Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer
Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq
PIBIC/CNPq –

Anais da XIII Jornada de Iniciação Científica do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer

ISSN 1678-930X

Outubro de 2011

Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer

Diretor
Dr. Victor Pellegrini Mammana

Comissão Interna de Seleção e Acompanhamento
Dr. Rosana Beatriz Baptista Haddad (Coordenadora PIBIC)
Dr. Eliane Gomes Guimarães
Dr. Clênio Figueiredo Salviano

Comissão Externa
Dr. João Maurício Rosário
Dr. Pedro Luis Dias Peres

Editores
Dr. Rosana Beatriz Baptista Haddad
Dr. Eliane Gomes Guimarães
Dr. Clênio Figueiredo Salviano

Comunicações e Gabinete
Valquiria Celina Garcia

Arte Final
Roberto de Oliveira

CD Multimídia
Wagner Cezarino

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

Editado no CTI – Outubro de 2011

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq - PIBIC/CNPq

ANAIS

Outubro de 2011

Ficha catalográfica

XIII Jornada de Iniciação Científica do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer

(10:2011: Campinas, São Paulo)

Artigos da XIII Jornada de Iniciação Científica do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, 18 de outubro de 2011, Campinas, São Paulo. Editora do CTI.

321 p. 30 cm

PREFÁCIO

Ciência, Tecnologia e Inovação são indutores fundamentais para o desenvolvimento sustentável. Neste contexto os pesquisadores são essenciais. A carreira de um pesquisador muitas vezes começa nos programas de iniciação científica. O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) tem incentivado muitos jovens neste início da carreira de pesquisador. O Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI) coordena trabalhos de iniciação científica no âmbito do PIBIC/CNPq.

Os trabalhos desenvolvidos pelos estudantes de iniciação científica do CTI são apresentados na XIII Jornada de Iniciação Científica do CTI (JICC´2011). Nesta jornada são também expostos pôsteres sobre os trabalhos. A JIICC´2011 é aberta também aos bolsistas de outros programas de Iniciação Científica do CTI, como os do ITI/PCI, e visa divulgar e integrar os diversos trabalhos existentes na Instituição. O CTI realiza esta jornada como um evento anual, durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, organizada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), com o intuito de oferecer aos estudantes de iniciação científica a oportunidade de apresentarem seus trabalhos para a comunidade científica interna e demais atores da sociedade. Esta jornada é organizada pelo Comitê Institucional de Iniciação Científica do CTI para as pesquisas no âmbito do Programa PIBIC/CNPq.

O Comitê agradece ao CNPq, especialmente à coordenação do PIBIC, pelo apoio aos pesquisadores e orientadores que, em complemento às suas atividades regulares, contribuíram para o bom andamento do programa. Agradece também aos consultores do CNPq que, com sua experiência e dedicação, colaboraram para o perfeito alinhamento das atividades do programa com os objetivos traçados pela coordenação geral do PIBIC/CNPq. Finalmente, o Comitê agradece também ao CTI pela infraestrutura disponibilizada e pelo apoio para a realização das pesquisas e da jornada e pela publicação destes anais.

O Comitê apresenta com orgulho nestes anais mais de quarenta artigos com resultados dos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes e seus orientadores e deseja que esta combinação da realização da jornada com a publicação dos anais amplie a divulgação dos trabalhos realizados, incentive a continuação das atividades de pesquisa científica dos estudantes e aumente a interação entre as comunidades interna e externa ao CTI. O Comitê deseja uma proveitosa jornada a todos.

Campinas, 5 de outubro de 2011

Comitê Institucional de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq do CTI

Rosana Beatriz Baptista Haddad

Eliane Gomes Guimarães

Clênio Figueiredo Salviano

Índice

FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA TROCA DE INFORMAÇÕES E TRANSMISSÃO DE IMAGENS MEDICAS UTILIZANDO O PADRÃO DICOM DENTRO DE REDES PACS 10

Luiz Henrique C. B. Pannoni; Paulo H. J. Amorim; Jorge V. L. da Silva.

MODELAGEM E SIMULAÇÃO BIOMECÂNICA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS DE DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE 13

Afonso T. Yamada; Tathy A. Xavier; Pedro Y. Noritomi; Jorge V. L. da Silva

IMPLEMENTAÇÃO DE OPERAÇÕES BOOLEANAS EM MALHAS DE TRIÂNGULOS APLICADAS A MODELOS MÉDICOS TRIDIMENSIONAIS 17

Bruno L. Bottazzini; Paulo H. J. Amorim; Fábio S. Azevedo; Jorge V. L. da Silva.

MODELAGEM BIOCAD 21

Eduardo K. C. Inoue[1]; Jorge V. L. da Silva[2]

SÍNTESE DE NANOESTRUTURAS DE ÓXIDO DE ZINCO PARA APLICAÇÃO EM CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTE 31

Liliane S.F. Leite; Adriano C. Pinto; Raluca Savu, Grazielle O. Setti; Talita M. Anselmo; Ednan Joanni

SÍNTESE HIDROTÉRMICA DE NANOBASTÕES ALINHADOS DE TIO2 UTILIZANDO CAMADA DE NUCLEAÇÃO PREPARADA PELO MÉTODO DOS PRECURSORES POLIMÉRICOS 38

Thalita A. Destefani; Talita Mazon

SÍNTESE HIDROTERMAL DE NANOESTRUTURAS DE TiO_2:ZNO 43

Lara C. B. Gomes; Talita Mazon

NOVO MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE CIRCUITOS MICROELETRÔNICOS 3D COM DEPOSIÇÃO DE METAIS VIA ÚMIDA SOBRE ÓXIDO DE SILÍCIO 47

Tales P. Thomaz; Alexander Flacker; Raluca Savu; Antonio L. P. Rotondaro

CORROSÃO ÚMIDA DE FILMES DE DIÓXIDO DE SILÍCIO 53

Karina de Almeida Lins, Antonio Luis Pacheco Rotondaro

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO E TESTE ELÉTRICO DE CIRCUITOS DE BAIXO CONSUMO 58

Laís B. Sampaio; Carlos R. M. de Oliveira; Antonio C. C. Telles

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO E TESTE ELÉTRICO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS COM ÊNFASE EM CONVERSORES ANALÓGICO-DIGITAIS 65

Guilherme O. D. Miranda; Carlos R. M. de Oliveira; Vagner P. Pardinho; Rodrigo F. de Souza; Nailson A. de Carvalho; Marcos Pimentel

FERRAMENTAS INFORMATIZADAS PARA A DIFUSÃO DE CONHECIMENTO: O CASO DO PORTAL GAIA-CTI 75

Felipe Orsini Martinelli; Nanci Gardim

ESTUDOS DOS MECANISMOS DE APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL EM EMPRESAS DO PROJETO PILOTO AMBIENTRONIC83

Larissa de Oliveira Maia; Adalberto Azevedo

POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS PARA A MICROELETRÔNICA NO BRASIL 92

Gustavo Calçavara, Ana Karina da Silva Bueno

ASPECTOS DA CONSTRUÇÃO DE UM PORTAL CORPORATIVO: O CASO DO PORTAL GAIA-CTI 101

Leonardo Francisco, Sergio de Oliveira Caballero

METODOLOGIA TCD – TRABALHO, CAPACITÇÃO E DESENVOLVIMENTO, GESTOR EDUCADOR E MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS. 108

Priscila Osawa Massari; Marco Antonio. Silveira

PROTÓTIPO DE EDITOR DE CONTRATOS NO CONTEXTO DE WEB DE SERVIÇOS 117

Nicolas Lozano Silva; Aqueo Kamada

ISS TECNOLÓGICO: UM BENEFÍCIO FISCAL PARA EMPRESAS QUE QUEREM INVESTIR EM TECNOLOGIA 123

Raquel Aguiar, Marbília Passagnolo Sérgio

ANÁLISE DA COMUNICAÇÃO NUMA EMPRESA: VIABILIDADE DO USO DE FERRAMENTAS WEB 2.0 136

Ariany Retamero Carvalho, Luís Ricardo S. Molina, Marbília Passagnolo Sérgio, Amauri A. Aguiar

UM ESTUDO DA APLICAÇÃO DE PLATAFORMAS DE SOFTWARE SOCIAIS EM UMA EMPRESA DE SERVIÇO EM TIC 147

Bruno Silva de Oliveira, Carolina Mari Sakai, Marbilia Passagnolo Sergio, Amauri Aparecido Aguiar

LEI DO BEM – ESTUDO DOS INCENTIVOS FISCAIS À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DO GOVERNO FEDERAL 160

Fernando Mateus Mendonça Chaim, Marbília Passagnolo Sérgio

QUALIDADE DE SOFTWARE E DE GESTÃO DE TI COM FOCO NO ATRIBUTO DE SEGURANÇA DE SOFTWARE 173

Regis Teruo Nomi; Regina Maria Thienne Colombo

ANÁLISE VISUAL DE COMPORTAMENTO DE CÓDIGO MALICIOSO 179

Alexandre Or Cansian Baruque[1,2],+, André Ricardo Abed Grégio[1], Paulo Lício de Geus[2]

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA GESTÃO AMBIENTAL NO SETOR DE AGRONEGÓCIOS: O CASO DAS EMBALAGENS RETORNÁVEIS 188

Márcia Correa de Carvalho; Marcius Fabius Henriques de Carvalho

COMO A APLICAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS PODE TRANSFORMAR-SE EM UMA PRÁTICA SUSTENTÁVEL 203

Jaisa Monique S. Souza; Marcius Fabius Henriques de Carvalho

COMPONENTE PARA CALIBRAÇÃO DE LASER E CÂMERA DO PROJETO VERO 208

Vitor H. M. Rodrigues, Hélio Azevedo, Luiz G. B. Mirisola, Josué Ramos

DESENVOLVIMENTO DE EXPERIMENTOS COM O ARCABOUÇO DE SOFTWARE ROBÓTICO ORCA EM VEÍCULO ROBÓTICO DE EXTERIOR 214

Lucas Moreira Vidigal Infante, Luiz Gustavo Bizarro Mirisola, Josué J. G. Ramos, Hélio Azevedo

INTEGRAÇÃO DE SISTEMA DE NAVEGAÇÃO INERCIAL AUXILIADO POR SINAIS DE GPS EM VEÍCULO ROBÓTICO DE EXTERIOR 221

Fernando C. Casanova; Paulo C. Berardi; Luiz G. Bizarro Mirisola; Hélio Azevedo; Josué J. G. Ramos; Douglas Figueiredo

CONTROLE DE VELOCIDADE PARA DOIS MOTORES DE CORRENTE CONTÍNUA DE UM VEÍCULO ROBÓTICO 226

Tiago Tarossi, Josué J. G. Ramos

RÓBOTICA PEDAGÓGICA DE BAIXO CUSTO: EVOLUÇÕES NO SOFTWARE BLOCOS E MONITOR 232

Marcelo Bazzani Pinto de Moura, Josué J. G. Ramos

ARQUITETURA DE SENSORES E CALIBRAÇÃO PARA PERCEPÇÃO EM ROBÓTICA TERRESTRE 239

Renato José Martins; Samuel Siqueira Bueno

MAPEAMENTO DE AMBIENTES EXTERNOS UTILIZANDO DADOS LIDAR 2D EM ROBÓTICA TERRESTRE 248

Gabriel dos Santos Sobral; Renato José Martins; Samuel Siqueira Bueno

UM SISTEMA DE VISÃO ROBÓTICA MAIS FLEXÍVEL PARA O PROJETO AURAL 255

Rafael Guimarães Ramos, Geraldo Silveira, Artemis Moroni

CONTROLE DOS SISTEMAS CREATE (IROBOT), PELO AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO VISUAL PURE DATA 259

Felipe Jun Fujioka Shida; Artemis Moroni

DOCUMENTAÇÃO E REORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE AURAL PARA O SUBVERSION 263

Rafael Zanetti de Souza, Artemis Moroni

AMBIENTE GENERATIVO APLICADO À CRIAÇÃO DE COREOGRAFIAS ROBÓTICAS E ACOMPANHAMENTO MUSICAL 268

Marcelo Casemiro Salvatori[1], Artemis Moroni[2]

ESTUDO DA API LABVIEW DO REALABS-BOT 273

Péricles Machado Soares; Eliane Gomes Guimarães

INFRAESTRUTURA REAL (WEBLABS) E CONTROLE DE ROBÔS MÓVEIS UTILIZANDO O WIIMOTE 281

Tuane Quintella de Andrade; Eliane Gomes Guimarães

CONTROLE AUTÔNOMO DE ROBÔS MÓVEIS ATRAVÉS DA INFRAESTRUTURA REALABS-BOT WEBLAB 286

João Leandro de Brito Neto; Eliane Gomes Guimarães

VISÃO ROBÓTICA USANDO A API LABVIEW DA PLATAFORMA REALABS-BOT 293

Bruno Noronha; Eliane Gomes Guimarães

PORTAL PROTÓTIPO DE UMA TV WEB COMUNITÁRIA PARA A INCLUSÃO SOCIAL DE COMUNIDADES DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS 301

Marina da Silva Pires; Fábio Nauras Akhras

PRODUÇÃO DE UMA TV WEB COMUNITÁRIA PARA A INCLUSÃO SOCIAL DE COMUNIDADES DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS 305

Fernanda Sayuri Gutiyama; Fábio Nauras Akhras

TEMAS PARA UM PROGRAMA DE INCLUSÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS ATRAVÉS DE MÍDIAS AUDIOVISUAIS 310

Nathália Pompeu Sandoval; Fábio Nauras Akhras

CONTEÚDOS PARA UM PROGRAMA DE INCLUSÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS UTILIZANDO AUDIOVISUAIS 317

Sílvia Forato de Camargo; Fábio Nauras Akhras

FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA TROCA DE INFORMAÇÕES E TRANSMISSÃO DE IMAGENS MEDICAS UTILIZANDO O PADRÃO DICOM DENTRO DE REDES PACS

Luiz Henrique C. B. Pannoni; Paulo H. J. Amorim; Jorge V. L. da Silva.
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Tecnologias Tridimensionais
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{luiz-henrique.pannoni; paulo.amorim; jorge.silva}@cti.gov.br

Resumo

Neste artigo será descrito o desenvolvimento de dois projetos, relacionados à transmissão de imagens médicas seguindo o protocolo DICOM, para serem implementados no software livre de imagens médicas InVesalius.

Palavras chave: DICOM, Software, Transmissão de dados, InVesalius.

1. Introdução

Atualmente, a medicina conta com várias inovações tecnológicas para ajudar tanto na diagnose quanto no tratamento de doenças e anomalias. Um exemplo disso são os equipamentos de tomografia computadorizada, que geram um conjunto de arquivos que podem ser utilizados juntamente com softwares para analisar esses casos de uma forma mais dinâmica, ajudando os médicos a tomarem decisões. Esse é o caso do software InVesalius, que possibilita analisar os casos com mais precisão ao criar, a partir dos arquivos do tomógrafo, um modelo tridimensional, melhorando a visualização do caso tratado. Esses arquivos são guardados no padrão DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), que são normas definidas para armazenar imagens médicas e foram criadas para padronizar os arquivos gerados pelos equipamentos médicos.

Os projetos a seguir foram criados visando a melhorar a troca e o armazenamento de arquivos e informações entre os médicos utilizando o software InVesalius.

2. Metodologia

2.1 Estudo e implementação de ferramenta para troca de informações entre profissionais da Saúde

Para auxiliar na criação de um programa de vídeo-conferência entre médicos, foi pesquisada a biblioteca Telepathy (Telepathy Wiki), que prometia ser multiplataforma e funcionar na linguagem Python (Python Programming Language – Official Website).

No site oficial da biblioteca, foi encontrado o tutorial de como compilar a biblioteca em ambiente Windows. Ao se seguir esse tutorial, foram constatados problemas para compilar uma dependência chamada loudmouth, pois os arquivos do repositório indicado pelo próprio tutorial eram apenas para Linux. Após pesquisa adicional, encontrou-se um repositório com essa dependência para Windows, e o tutorial oficial voltou a ser seguido. No entanto, surgiu outro problema para compilar o Dbus glib, pois o repositório do mesmo já não existia mais. Foi encontrado outro repositório que levou tempo para compilar, pois havia alguns erros no script do Cmake. Já ao se tentar compilar a dependência telepathyQT4, houve erros de compilação por conta de diretórios trocados, apontados pelo Cmake. Ao se buscar outra forma de compilar essa dependência, foi encontrado um novo tutorial de como compilar o Telepathy no Windows. Este, por sua

vez, permitiu a compilação. Porém, os links com os arquivos que o tutorial exigia já estavam expirados. Com essa constatação, decidiu-se que seria melhor procurar outra biblioteca que servisse, pois essa não iria funcionar e estava tomando muito tempo.

Após algumas pesquisas, foi descoberto o protocolo de comunicação chamado jabber (Jabber.org), que se aplicava ao problema e que oferecia algumas opções de bibliotecas. Uma delas foi a biblioteca chamada twisted. A ela foi dedicado algum tempo de estudo a fim de se entender como funcionava. Entretanto, ela não possuía uma documentação que explicasse como fazer um servidor.

Outra biblioteca era a PYXMPP, que prometia funcionar em Windows. Porém, ao se tentar compilá-la e fazê-la funcionar, ocorreram erros de incompatibilidade. Constatou-se que esses erros se deveram ao fato de que o projeto para Windows havia sido abandonado, e que já não se atualizava essa parte do projeto há muito tempo.

Outro programa que funciona com jabber é o gajim, o qual constava que funcionava em Windows. Porém, obteve-se um erro de incompatibilidade ao se tentar instalá-lo, e, apesar de haver um instalador para download no site, na própria documentação disponível existe um tópico sobre Windows que diz que este programa é focado para Linux e que não se garante seu funcionamento para todas as versões de Windows.

Surgiu, então, a possibilidade de se trabalhar com o protocolo SIP (Manual of pjsua - Command Line SIP User Agent). Após algumas pesquisas, o PJSUA foi compilado com sucesso e este se mostrou funcional. Ao se tentar instalar o servidor no Linux, faltaram alguns arquivos necessários para o banco de dados, o que acabou impossibilitando seu funcionamento. Mesmo após alguns dias de pesquisa, não se obteve solução.

2.2 Estudo e implementação de transmissão e armazenamento de imagens médicas

Para o projeto de troca de arquivos DICOM, foi utilizado o banco de dados DCM4CHEE (Open Source Clinical Image and Object Management) e a biblioteca GDCM (Grassroots DICOM). Primeiramente, o trabalho foi baseado em um tutorial de como instalar e manter o servidor DCM4CHEE, o qual funcionou sem muita dificuldade. Ao se tentar compilar a biblioteca GDCM com o wrapper para Python, o compilador acusou erros no processo de link. Após buscar por esses erros, na tentativa de resolvê-los, foram encontradas algumas soluções. Porém, elas resolviam apenas parte dos problemas. A descrição do referido erro foi enviada para a lista de discussão da biblioteca. O responsável pelo projeto respondeu que ainda estava trabalhando na biblioteca e, algum tempo depois, atualizou o repositório com uma nova versão. Esta, por sua vez, resolveu apenas parte do problema, o que se repetiu algumas vezes até que a biblioteca compilasse.

No meio tempo, foi dada prioridade à biblioteca VTK para desenvolver uma interface gráfica para este programa de troca de arquivos. Alguns problemas foram encontrados para gerar uma checklist que permitisse editar os nomes dos arquivos. Porém, esses problemas foram solucionados sobrescrevendo um método. O foco, a seguir, passou a ser a biblioteca e suas funções em C, utilizando o gdcmscu.exe. Nele, foi possível utilizar as funções echo, find e move.

Para utilizar a função echo, utiliza-se a linha de comando:

gdcmscu - -echo localhost 11112 DCM4CHEE

onde localhost é o endereço do servidor seguido da porta 11112 e do AEtitle do servidor, que será chamado, no caso, DCM4CHEE.

Já para encontrar um arquivo no servidor, utiliza-se o find com os seguintes parâmetros:

gdcmscu - -find localhost 11112 DCM4CHEE - - patientroot - -key10,10,”F*”

Com este comando, buscam-se todos os pacientes com o nome iniciado por “F”. O código 10,10 é referente à tag de busca, onde 0010,0010 significa que a busca será feita pelo nome do paciente.

Para mover um arquivo do servidor para um diretório local, utiliza-se o comando move:

gdcmscu - -move localhost 11112 - -aetitle local - - call DCM4CHEE - -patientroot - -key10,10,"MAGIX"- -port-scp11114 - -o "c:"

Neste caso, é preciso indicar, além do AEtitle que será chamado, quem está chamando e a porta de recibo e, por final, o diretório onde deverá ser salvo o arquivo.

Com o modelo da interface pronto, faltava apenas a biblioteca funcionar para montar o programa em si. Após algum tempo, foi liberada uma nova versão da biblioteca. Foram executados testes e constatou-se que faltava parte de suas funcionalidades. Esses e outros erros foram sendo reportados ao responsável pela biblioteca à medida que se avançava no desenvolvimento do programa.

3. Conclusões e trabalhos futuros

Neste artigo foi descrita a fase inicial de implementação de uma ferramenta para realizar transmissão de imagens médicas via rede. Apesar dos problemas encontrados, foi possível identificar os pontos fracos e fortes de cada biblioteca, sendo, essa uma contribuição para os trabalhos futuros.

Agradecimentos

Agradeço ao programa institucional de iniciação cientifica do CNPq pela oportunidade, aos co-autores e aos colegas Thiago Franco de Moraes e Fábio de Souza Azevedo.

Referências

Grassroots DICOM | Free Development software downloads at SourceForge.net. Disponível em: http://sourceforge.net/projects/gdcm/ [Acessado em 5 de outubro de 2011].

Jabber.org. Disponível em: http://www.jabber.org/ [Acessado em 5 de outubro de 2011].

Manual of pjsua - Command Line SIP User Agent/Softphone. Disponível em: http://www.pjsip.org/pjsua.htm [Acessado em 5 de outubro de 2011].

Open Source Clinical Image and Object Management. Disponível em: http://www.dcm4che.org/ [Acessado em 5 de outubro de 2011].

Python Programming Language – Official Website. Disponível em: http://www.python.org/ [Acessado em 5 de outubro de 2011].

pyXMPP. Disponível em: http://pyxmpp.jajcus.net/pyxmpp.html [Acessado em 5 de outubro de 2011].

Telepathy Wiki - FrontPage. Disponível em: http://telepathy.freedesktop.org/wiki/ [Acessado em 5 de outubro de 2011].

Twisted. Disponível em: http://twistedmatrix.com/trac/ [Acessado em 5 de outubro de 2011].

MODELAGEM E SIMULAÇÃO BIOMECÂNICA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS DE DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE

Afonso T. Yamada; Tathy A. Xavier; Pedro Y. Noritomi; Jorge V. L. da Silva
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI
Divisão de Tecnologias Tridimensionais (DT3D)
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901, Campinas – SP
{atyamada; tathy.xavier; pedro.noritomi; jorge.silva}@cti.gov.br

Resumo

Este trabalho se propôs a descrever o procedimento de modelagem tridimensional de dentes tratados endodonticamente para análise computacional de solicitações biomecânicas. Com o auxilio de ferramentas CAD, as geometrias foram geradas seguindo o protocolo do BioCAD. Estas foram importadas para o software de análise pelo método dos elementos finitos, onde foi gerada a malha e definidas as condições de contorno e carregamento. Os resultados foram analisados na forma de campos de tensão e deslocamento. A coerência dos resultados permite dizer que é possível utilizar análises de engenharia para compreender dissipações de esforços em situações biológicas clínicas e experimentais.

Palavras chave: bioengenharia, BioCAD, método dos elementos finitos, dente tratado endodonticamente

1- Introdução

A interação entra a engenharia e a área da saúde é cada vez mais frequente e intensa, uma vez que a utilização de ferramentas de engenharia vem contribuindo significativamente com soluções práticas e simplificações no desenvolvimento de técnicas cirúrgicas, próteses, implantes, entre outros dispositivos biomédicos.

Duas ferramentas muito utilizadas pela DT3D/CTI (Divisão de Tecnologias Tridimensionais do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer) durante as atividades de apoio tecnológico à pesquisa de pós-graduação em bioengenharia são as ferramentas CAD (Computer Aided Desigh) e o Método dos Elementos Finitos (MEF), que permitem analisar respostas de estruturas biológicas virtuais a solicitações biomecânicas.

Durante as atividades de apoio, foi solicitada, pelo mestrando Crisnicaw Veríssimo da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, a análise biomecânica de restaurações em dentes tratados endodonticamente.

Dentes tratados endodonticamente apresentam alto risco de fratura pela perda de estrutura mineralizada durante o tratamento. O objetivo da restauração é devolver a forma e função do dente e proteger o remanescente dental que se encontra enfraquecido. O ideal, nesse tratamento restaurador, seria encontrar um complexo de materiais com propriedades mecânicas o mais próximo possível das propriedades das estruturas naturais de um dente, para que não sejam aumentados os riscos de fratura do remanescente durante a transmissão dos esforços oclusais. Estas considerações devem levar em conta a quantidade de remanescente dentário e as possibilidades de escolha do material do retentor intrarradicular (pino e núcleo) e da coroa restauradora.

Durante o trabalho de mestrado mencionado, foram propostas variáveis segundo a altura do remanescente dentário, o material da coroa restauradora e do retentor intrarradicular, resultando em 12

grupos, para verificar qual a condição restauradora mais favorável para o dente proposto.

O objetivo do presente trabalho foi descrever o processo de criação de modelos tridimensionais e a análise pelo método dos elementos finitos durante a atividade de apoio tecnológico ao trabalho do mestrando Crisnicaw Veríssimo.

2- Método

Por meio de uma digitalização tridimensional de um dente incisivo central superior hígido, foi gerado um arquivo do tipo estereolitografia (*.stl). Este arquivo foi importado por um software CAD Rhinoceros2 4.0 SR8 (McNeel North America, Seatle,WA, USA) capaz de gerar geometrias complexas, para que servisse de base para a construção de um modelo geométrico. Os modelos geométricos (Figura 1) foram construídos com base no protocolo do BioCAD desenvolvido pela DT3D/CTI. Este protocolo se fundamenta na identificação dos principais marcos anatômicos e sua seleção para geração de entidades geométricas (linhas, superfícies e sólidos). Ao mesmo tempo em que isto simplifica as estruturas, a representatividade do problema real é alcançada e se otimiza o procedimento de análise pelo método dos elementos finitos.

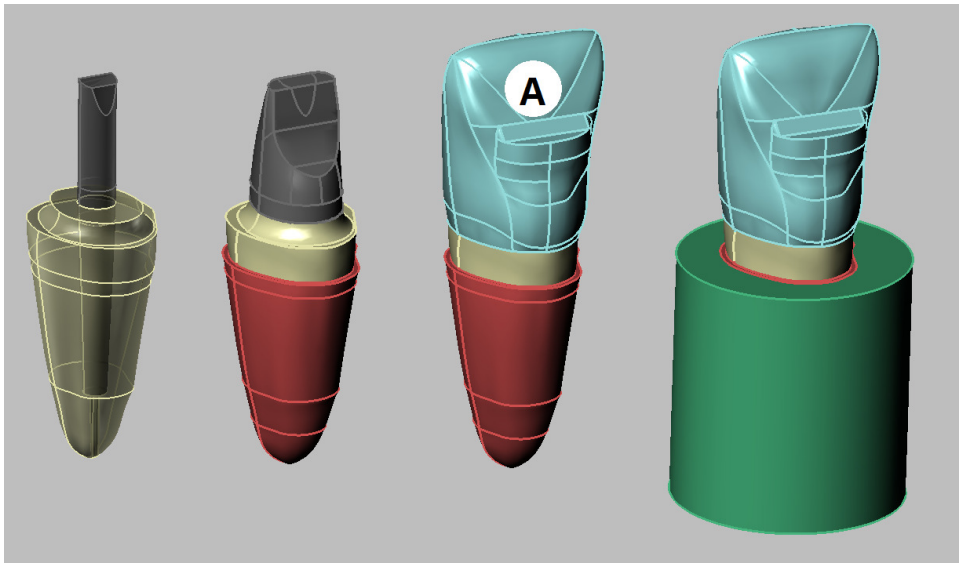


Figura 1 – Modelo geométrico tridimensional. Da esquerda pra direita: visualização da dentina e do pino em transparência; núcleo e ligamento periodontal; coroa restauradora; modelo completo.

No caso da coroa restauradora (Figura 1 detalhe A), foi necessária a construção de um nicho para aplicar o carregamento durante o MEF, que não existia no dente original digitalizado, e era essencial para a adequação do modelo virtual aos espécimes ensaiados experimentalmente pelo apoiado. Durante esta fase, foram utilizadas as superfícies do modelo já criado como referência para traçar linhas na qual geraram o nicho.

O modelo geométrico gerado foi importado no formato step (*.stp) pelo software de análise por elementos finitos Femap1 (versão 10.1, Siemens PLM Software Inc., Plano, TX, USA), para dar início à fase de pré-processamento.

Confirmada a adequação da geometria pelo software, ou seja, verificação da possibilidade de gerar malha e estabelecer regiões de contato, foram atribuídas propriedades mecânicas elásticas e lineares a cada sólido correspondente (representadas pelo módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson) segundo dados fornecidos pelo pós-graduando.

Na etapa de geração da malha, foram escolhidos elementos tetragonais (10 nós), que conseguem

representar melhor geometrias com curvaturas complexas, como é o caso das estruturas biológicas. A malha recebeu elementos de menor tamanho (maior refinamento) nas regiões de interesse do apoiado, para aumentar a precisão da distribuição dos campos de tensão. Já as outras regiões receberam elementos maiores para diminuir o tempo de processamento da análise (Figura 2). A Figura 3 permite observar os pontos sobre as linhas que definem superfícies na geometria, que correspondem ao controle manual do tamanho dos elementos em cada região.

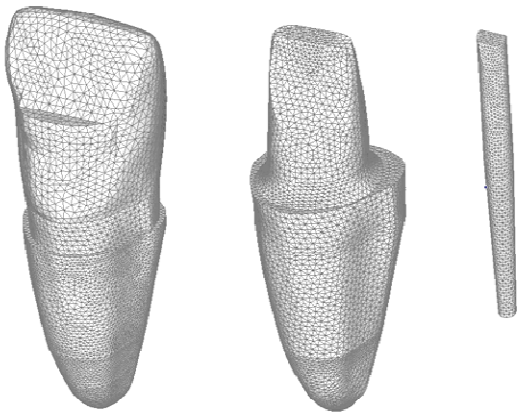


Figura 2 – Malha composta por elementos tetragonais de 10 nós, mais refinada em regiões específicas.

De acordo com as condições da pesquisa do pós-graduando, foram definidas as condições de contorno (contatos e fixações) e carregamento. Para representar as interações físicas entre as superfícies dos sólidos que entram em contato, foram atribuídos contatos do tipo simples ou colado nas interfaces correspondentes, dependendo da região. Com base na montagem experimental do apoiado, o cilindro (Figura 3 detalhe B) teve as superfícies da base e lateral fixadas em todas as direções do espaço, e o carregamento mecânico foi simulado representando uma ponta aplicadora incidindo no nicho.

Os modelos foram exportados para o software de processamento NEi Nastran3 v.9.2.3 (NEi Software, Westminister, CA) para análise estrutural-estática e os resultados foram importados para o software de pós-processamento Femap1.

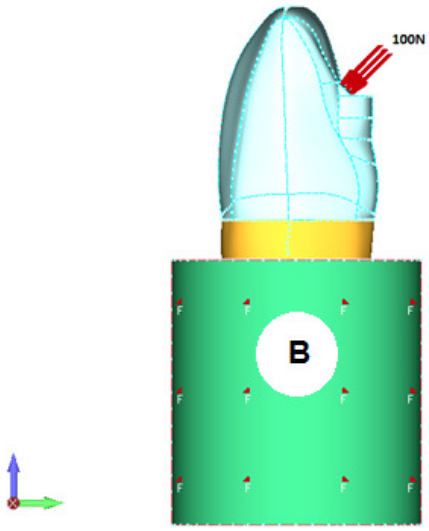


Figura 3 – Condições de carregamento e fixação. É possível observar pontos azuis referentes ao controle manual do tamanho dos elementos da malha

3- Resultados

Na fase de pós-processamento, os resultados (Figura 4) foram analisados pelo software Femap1, por meio de representações gráficas dos campos de deslocamento e de tensões de von Mises e Máxima Principal, de forma que as cores mais quentes representavam as regiões sujeitas a maiores tensões e/ou deslocamentos.

Os resultados obtidos mostraram que a simulação pelo MEF foi coerente com o que seria esperado experimentalmente, com relação às hipóteses adotadas para as propriedades dos materiais e condições de contorno e carregamento aplicadas.

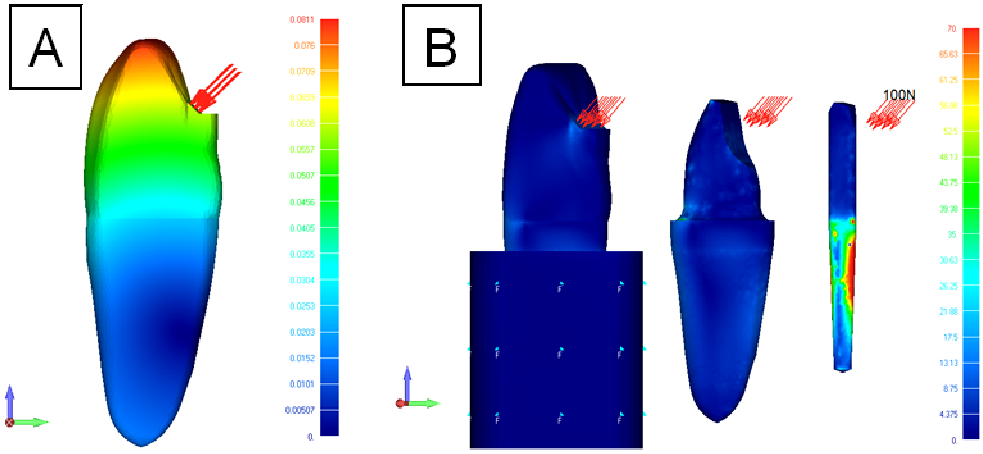


Figura 4 – (A) Campo de deslocamento (B) Campo de tensão de von Mises

4- Conclusão

Os campos de tensão e deslocamento gerados serviram para confirmar a possibilidade de obtenção de modelos coerentes que sirvam para auxiliar na compreensão de como se dá a dissipação de esforços em situações clínicas e experimentais. A partir desta verificação da coerência da simulação, será possível analisar resultados mais específicos de acordo com o objetivo do apoiado, que é verificar qual a configuração mais favorável para restaurar um dente tratado endodonticamente. É relevante, também, destacar a importância do protocolo do BioCAD para melhor representação das geometrias e consequente análise computacional, contribuindo significativamente para validar a coerência dos resultados.

Agradecimentos

O bolsista agradece ao CNPq, ao Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, a toda sua equipe e em especial à Tathy A. Xavier pelo apoio e incentivo para a realização desse projeto.

Referências

Tutorial do Femap v.10.1 (Siemens PLM Software Inc., Plano, TX).
Tutorial do Rhinoceros 4.0 SR8 (McNeel North America, Seatle,WA, USA).
Tutorial do NEi Nastran v.9.2.3 (NEi Software, Westminister, CA).

IMPLEMENTAÇÃO DE OPERAÇÕES BOOLEANAS EM MALHAS DE TRIÂNGULOS APLICADAS A MODELOS MÉDICOS TRIDIMENSIONAIS

Bruno L. Bottazzini; Paulo H. J. Amorim; Fábio S. Azevedo; Jorge V. L. da Silva.
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Tecnologias Tridimensionais
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{bruno.bottazzini; paulo.amorim; fabio.azevedo; jorge.silva}@cti.gov.br

Resumo

Este artigo descreve a implementação de uma ferramenta que possibilita realizar operações booleanas em modelos tridimensionais para o software de visualização e tratamento de imagens médicas InVesalius. As operações booleanas são importantes para a geração de modelos virtuais de próteses que podem ser confeccionadas em uma impressora 3D.

Palavras chave: Operação booleana, Prótese.

1. Introdução

Acidentes e violência podem acarretar traumatismo crânio-encefálico. Uma vez que não há regeneração em casos como este, é necessário fazer uma cirurgia de correção na falha óssea (cranioplastia), que consiste em instalar uma prótese no crânio do paciente, substituindo a região da lesão (Sousa et al.,1998) (Eufinger et al.,1995). Tradicionalmente, para criar essas próteses, os médicos necessitam abrir o local da fratura e moldar a prótese de acordo com a falha. Isso pode levar a cirurgias de longa duração.

Com a tomografia computadorizada e com ajuda do software de reconstrução de imagens médicas InVesalius, é possível ver a região afetada com extrema precisão. É possível planejar próteses para esses tipos de falhas, sendo necessário exportar o modelo reconstruído em arquivo formato STL para posteriormente planejar e criar o protótipo virtual e o molde da prótese em softwares de CAD (Gerber et al., 2010).

Este trabalho contribui para o desenvolvimento de uma ferramenta que permitirá o planejamento de próteses em falhas ósseas na região do crânio. O estudo apresentado neste artigo trata da implementação de operações booleanas visando à criação de próteses. A integração com o software livre de reconstrução de imagens médicas InVesalius também é levada em consideração.

2. Ferramentas de operação booleana

No contexto de Computação Gráfica, operações como união, intersecção e diferença entre dois sólidos são chamadas de operações booleanas. Em geral, essas operações são comumente utilizadas na construção de sólidos por CSG (Constructive Solid Geometry) (Silveira, 1997).

É possível representar um sólido por meio de uma malha de triângulos (Shirley e Marschner, 2009). Essa malha consiste de vários triângulos interligados, os quais representam a superfície do sólido, como mostra a figura 01.

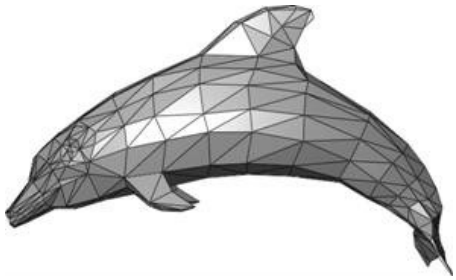


Figura 01: Exemplo de malha de triângulos

Para realizar uma operação booleana, é necessário definir três tipos de pontos pertencentes a cada sólido envolvido na operação: pontos externos, internos e de contorno (Silveira, 1997).

Os pontos externos são aqueles que não pertencem à intersecção entre os sólidos. Os pontos internos são aqueles que pertencem à intersecção dos dois sólidos, mas que não estão em suas superfícies. Por último, os pontos de contorno são os pontos que se interseccionam nas superfícies dos sólidos.

A maior dificuldade da operação é conseguir identificar corretamente quais são os pontos de contorno. Após identificar os pontos de contorno e internos com uma varredura nos pontos dos sólidos, podem ser realizadas as seguintes operações:

1- União: liga todos os pontos dos sólidos formando um objeto novo.

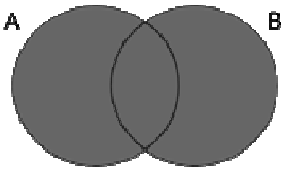


Figura 02: Exemplo de operação booleana de união

2- Intersecção: forma um objeto novo contendo apenas os pontos comuns aos dois sólidos.

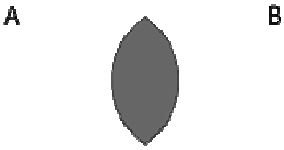


Figura 03: Exemplo de operação booleana de intersecção

3- Diferença: retira de um sólido os pontos em comum com o outro sólido, formando um objeto novo.

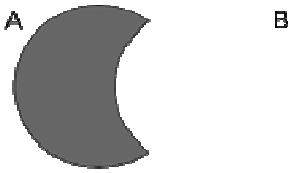


Figura 04: Exemplo de operação booleana de diferença

3. Metodologia da implementação

Uma vez que a biblioteca VTK (The Visualization Toolkit) (Schroeder et al. 1998), usada no software InVesalius, não dá suporte para realizar operações booleanas, um dos desafios foi desenvolver a ferramenta para que ela seja compatível com essa biblioteca.

Inicialmente foi feita uma busca para encontrar bibliotecas prontas para realizar operações booleanas. Foi encontrada a biblioteca vtkSurfaceBooleanOperation (Lloyd, B. 2010), que usa as bibliotecas GTS (GNU Triangulated Surface Library) e VTK. GTS é uma biblioteca GNU que realiza operações booleanas e outras funções em malhas de triângulos. Resumidamente, vtkSurfaceBooleanOperation faz a conversão da representação de um sólido VTK para o formato GTS, no qual a operação booleana é realizada, e converte essa representação de volta para o formato VTK. Como o InVesalius foi escrito em linguagem Python, foi utilizada a biblioteca PyGTS (Python GNU Triangulated Surface Library), que é a biblioteca GTS implementada na mesma linguagem. Uma vez que a biblioteca vtkSurfaceBooleanOperation havia sido escrita em C++, foi necessária sua tradução para Python. Dessa forma, essas bibliotecas se comunicariam mais facilmente.

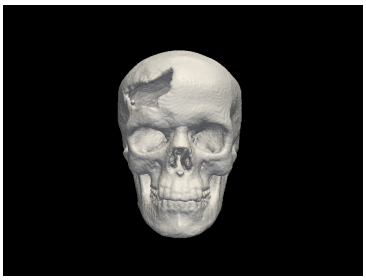
Ao terminar a tradução da biblioteca para Python e conseguir com sucesso realizar operações booleanas, notou-se que a implementação em Python era mais lenta que a implementação em C++. A velocidade de execução das operações era inversamente proporcional ao tamanho dos sólidos. Concluiu-se que não era viável o uso da biblioteca em Python.

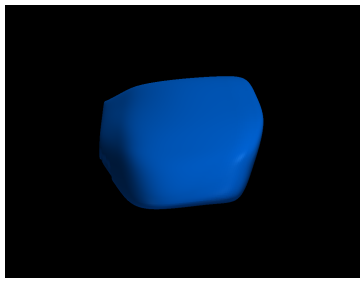
Após notar a inviabilidade do uso da biblioteca escrita em Python, foi necessário criar um bind para Python da biblioteca vtkSurfaceBooleanOperation (escrita em C++) . O bind permite a execução do código em C++ por um programa escrito em Python. Para realizar o bind foi usado um aplicativo chamado SWIG (Simplified Wrapper and Interface Generator).

4. Objetivos

A implementação da ferramenta de operação booleana tem a finalidade de auxiliar no processo de prototipagem rápida, contribuindo para a automatização da modelagem tridimensional da prótese.

A figura 5a ilustra um trauma crânio-encefálico. Para podermos criar a prótese realizando uma operação booleana, primeiramente é preciso gerar uma espécie de chapa, como mostra a figura 5b. Após essa etapa, é necessário realizar a diferença entre o crânio e a chapa, o que resultará no modelo da prótese, como mostra a figura 5c.





(a) Crânio traumatizado (b) Objeto 3D para geração de prótese

(c) Crânio tramaumatizado com prótese

Figura 5: Realização da operação booleana para a área médica

5. MeshManager

O MeshManager é uma interface gráfica que está sendo desenvolvida para dar continuidade ao estudo de operações booleanas no contexto deste trabalho de iniciação científica. Esse software faz uso das bibliotecas desenvolvidas permitindo testar a realização de operações booleanas. Além disso, ele também provê funcionalidades básicas de edição de malhas, como inserção e remoção de triângulos.

6. Conclusões e trabalhos futuros

Neste artigo foi descrita a implementação de uma ferramenta para realizar operações booleanas sobre malhas de triângulos para aplicações em imagens médicas. Apesar de o foco deste trabalho ter sido a modelagem de próteses crânio-encefálicas, a gama de aplicações é mais ampla, já que é possível utilizar operações booleanas em quaisquer outros modelos representados por malhas de triângulos.

Deste trabalho, resultou uma contribuição para o projeto da biblioteca GTS. Foi indicada a correção de um erro no processo de compilação da biblioteca para a plataforma MS-Windows. Além disso, foi implementado o programa MeshManager, uma interface gráfica para testar a ferramenta de operações booleanas.

Um dos problemas detectados ao longo dos estudos foi a ocorrência de malhas de triângulos mal formadas (aquelas em que ocorrem "buracos", ou arestas não compartilhadas por dois ou mais triângulos). Como um trabalho futuro, seria possível implementar algum algoritmo de pré-processamento sobre a malha de triângulos para corrigir tais más-formações.

Agradecimentos

Agradeço ao programa institucional de iniciação cientifica do CNPq pela oportunidade, aos co-autores e aos colegas Thiago Franco de Moraes e Luiz Henrique Castello Branco Pannoni.

Referências

Sousa, R.M.C.; Koizumi, M.S.; Calil, A.M.; Grossi, S.A.A.; Chaib, L. "A Gravidade Do Trauma Em Vítimas De Traumatismo Crânio-encefálico Avaliada" Revista Latino-Americana de Enfermagem, Volume 6, Scielo, Janeiro 1998, pp. 41-51.

Eufinger, H.; Wehmöller, M.; Harders, A.; Heuser, L. "Prefabricated prostheses for the reconstruction of skull defects", International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Volume 24, n 1, Part 2, 1995, pp. 104-110.

Gerber, N.; Stieglitz, L. ; Peterhans, M.; Nolte, L.-P.; Raabe, A.; Weber, S. "Using rapid prototyping molds to create patient specific polymethylmethacrylate implants in cranioplasty", Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE, Setembro 2010, pp 3357-3360.

Silveira, I.F. "Implementação de operações booleanas regularizadas entre primitivas CSG em VRML." Dissertação de mestrado, Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, São José dos Campos - São Paulo, 1997.

Shirley, P.; Marschner, S. “Fundamentals of Computer Graphics”, A K Peters, 2009.

Lloyd, B. “Boolean Operations on Surfaces for VTK", Insight Journal (a ser publicado), 2010, http://www.insight-journal.org/browse/publication/726, acessado em -06/2011.

Schroeder, W.; Martin, K.; Lorensen, B. "The visualization toolkit", Prentice Hall PTR, 1998.

GNU Triangulated Surface Library. http://gts.sourceforge.net/, acessado em 06/2011.

Python GNU Triangulated Surface Library. http://pygts.sourceforge.net/, acessado em 06/2011.

Simplified Wrapper and Interface Generator. http://www.swig.org/, acessado em 06/2011.

MODELAGEM BIOCAD

Eduardo K. C. Inoue[1]; Jorge V. L. da Silva[2]
1 - Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Tecnologias Tridimensionais
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP

Resumo

Este trabalho descreve os métodos e a seqüência de procedimentos para a modelagem em BioCAD de diversas maneiras. Baseado na experiência que adquiriu auxiliando pesquisas de pós-graduandos, o bolsista descreve os métodos que mais uitilizou em diversas situações, com diversos objetivos para que possam ser uitilizados ou melhorados futuramente, aproximando ainda mais o método computacional da realidade. O presente trabalho se concentra no procedimento de modelagem BioCAD do caso utilizando o software Rhinoceros.

Palavras chave: biocad, fratura nasal, protetor facial, método dos elementos.

1. Introdução

Muitas situações, como acidentes na prática de esportes de contato, cirurgias de correção e até cirurgias de emergência, requerem um estudo detalhado sobre o procedimento a ser tomado ou métodos de prevenção, reduzindo os danos e até mesmo eliminando traumatismos, além de melhorar o conforto do paciente. Desta forma, cada vez mais vem sendo considerada a importância de análises computacionais para obter um diagnóstico pré-cirurgico ou estudar possíveis formas de prevenir lesões graves, como a utilização de protetoes bucais, nasais ou mesmo para a cabeça inteira, fazendo testes mais próximos possível da realidade sem precisar utilizar seres humanos. A modelagem BioCAD é o primeiro passo desse tipo de análise, reproduzindo com fidelidade a estrutura biológica a ser analisada, para aumentar a precisão dos resultados obtidos em etapas posteriores.

Neste artigo são resumidos os métodos utilizados pelo bolsista para melhor modelar as estruturas em diversas situações.

A modelagem segue o conceito do BioCAD, que prevê uma o uso de linhas baseadas nos marcos anatômicos. Isso resulta em um solido com menos áreas e mais consistente no momento de gerar a malha de elementos finitos.

2. Passos da modelagem BioCAD da anatomia

Na modelagem BioCAD passa-se basicamente por três etapas:

1. Obtenção da geometria base da estrutura biológica no arquivo *.stl através do software InVesalius, utilizando dados da própria divisão.

2. Com a geometria base em mãos, é feita a criação de linhas de referência, para manter as características bem próximas ao modelo real.

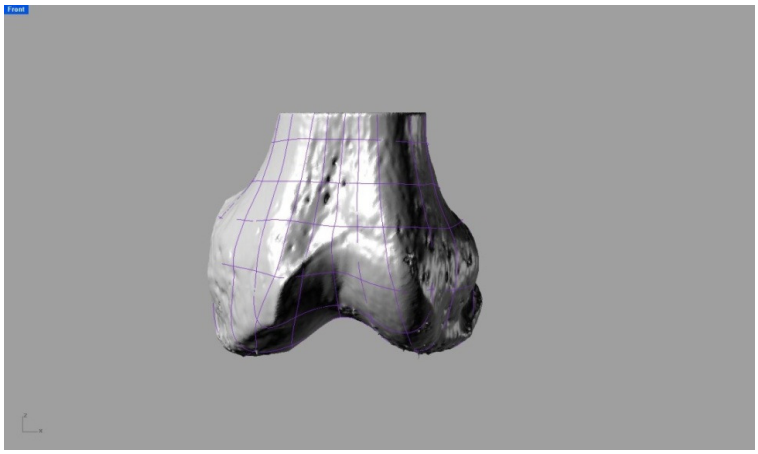


Figura 1: Construção de linhas de referência sobre a geometria base de um fêmur.

3. Traçadas as linhas de referência, é feita a construção e união das áreas para geração dos sólidos.

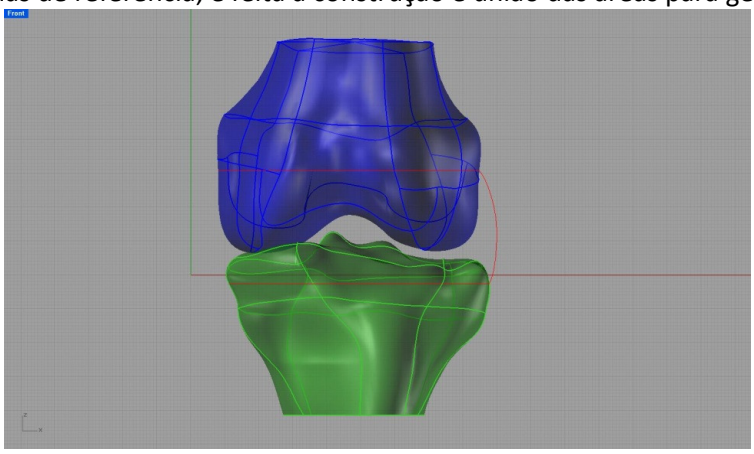


Figura 2: Áreas construídas para formarem as superfícies de um fêmur e de uma tíbia

O estudo realizado pelo bolsista foi o de otimizar o processo de forma a poder atender rapidamente ao crescente número de demandas por modelos de BioCAD. Sendo assim, seguem abaixo os processos realizados, mostrando a evolução e principais vantagens de cada passo:

1. Modelagem desenhando curvas utilizando as quatro vistas disponíveis.

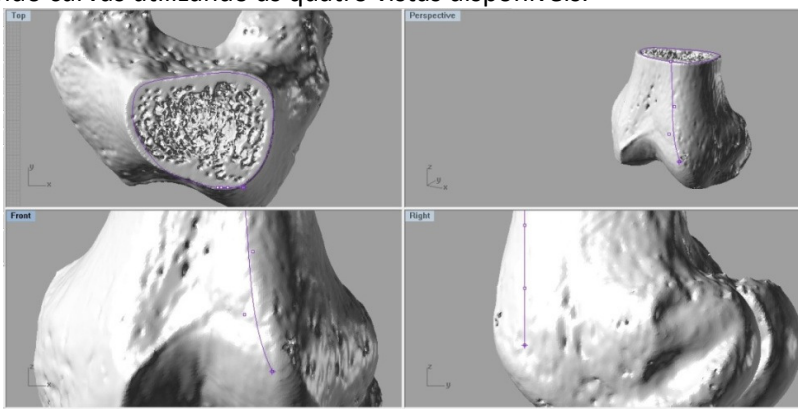


Figura 3: Curvas sendo traçadas com auxílio das quatro vistas

Esse tipo de modelagem consiste em traçar as curvas utilizando as vistas laterais, dianteira/traseira e superior/inferior. Nesse tipo de modelagem, as vantagens são de poder traçar linhas já com precisão

suficiente para não precisar recunstruí-las depois de prontas, podendo traçar as superfícies logo depois de obter as curvas.

Apesar dessas vantagens, ajustar as curvas em todas as vistas torna o processo muito lento em superfícies com alta complexidade, tornando outros processos mais viáveis.

2. Modelagem desenhando curvas diretas com o comando polyline on mesh.

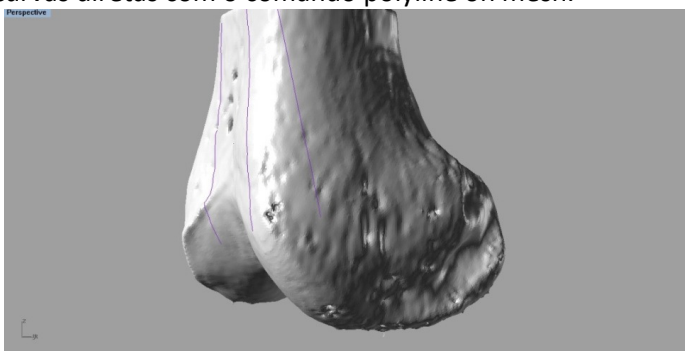


Figura 4: Curvas traçadas com o comando PolylineOnMesh

Esse tipo de modelagem traça as curvas exatamente iguais às superfícies alvo utilizando apenas um único comando, o PolylineOnMesh, e apenas a vista em perspectiva, agilizando muito os primeiros passos.

A desvantagem desse tipo de construção de curvas é que elas são construídas com muitos pontos e dificilmente se encontram, precisando passar por processos de refinamento.

Os processos de refinamento da curva podem ser demorados mas, muitas vezes pela complexidade do modelo, o tempo economizado em não depender das quatro vistas é maior do que o gasto nesta parte do processo.

3. Modelagem utilizando o comando Drape e InterpCrvOnSrf

Nesse processo utiliza-se o comando Drape no arquivo *.stl para criar uma superfície exatamente igual à superfície em STL utilizando apenas a vista em perspectiva, só que esta superfície permite utilizar o comando InterpCrvOnSrf, de modo que, depois do comando Drape, pode-se traçar linhas sobre a superfície e montar uma superfície mais refinada sem a necessidade de reconstruções de muitas curvas.

A desvantagem desse processo é que o comando Drape tem muitas restrições conforme vai aumentando a complexidade da geometria e começa a ser muito trabalhoso, precisando utilizar muitas vezes o Drape e refinar as curvas criadas pelo InterpCrvOnSrf por serem traçadas em superfícies distintas.

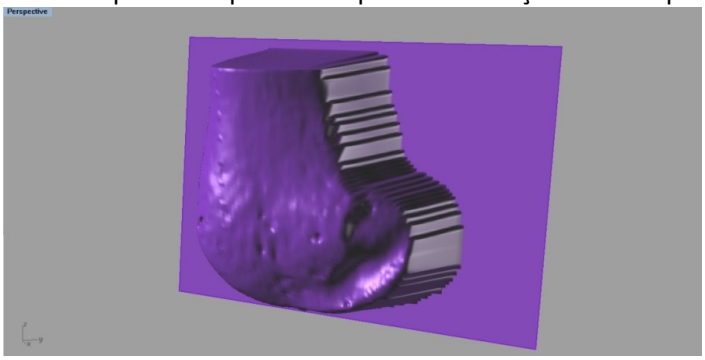


Figura 5: Superfície traçada com o comando Drape, apresentando problemas com esse tipo de complexidade geométrica.

Considerando a complexidade das geometrias exigidas, o método que utiliza o comando Drape geralmente foi considerado muito lento e trabalhoso. Assim, o primeiro e o segundo métodos de construção foram os mais utilizados e, partindo disso, foram elaborados métodos de montagem de superfícies e sólidos, descritos abaixo:

1. Modelagem utilizando várias linhas e áreas grandes

Esse método consiste em traçar várias linhas sobre a superfície servindo de referência a áreas muito grandes de forma que poucas áreas sejam necessárias para formar um sólido, mesmo que tenham geometrias muito complexas.

A vantagem desse método é que as áreas criadas terão uma precisão muito alta, e serão poucas, facilitando na construção do sólido. Apesar disso, geralmente o sólido criado servirá para uma posterior análise de elementos finitos, e os softwares utilizados para essa etapa têm problemas com sólidos construídos por áreas muito grandes.

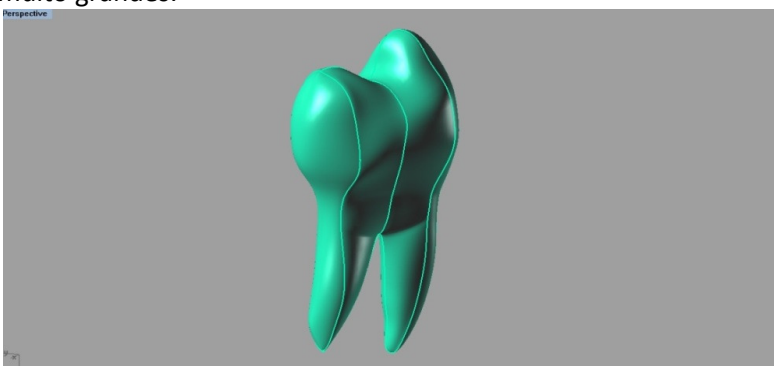


Figura 6: Sólido onde foram traçadas áreas muito grandes utilizando muitas curvas

2. Modelagem utilizando muitas curvas e áreas médias

O esse método faz com que dificilmente o sólido final apresente problemas em relação às áreas se as curvas traçadas foram bem refinadas. Com muitas curvas, as áreas ficam com alta precisão e nenhum problema, fechando um sólido assim que são construídas com o comando NetworkSrf.

Com esse método, assim que a última superfície é construída, o sólido é fechado sem apresentar o problema apresentado acima na etapa de análise de elementos finitos. A única desvantagem é o tempo tomado para traçar todas as curvas, que muitas vezes são desnecessárias pois as áreas não necessitam de muita precisão para obter um resultado igual.

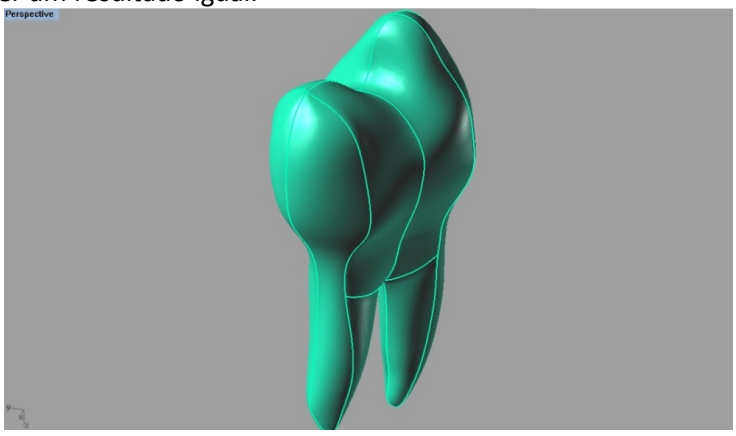


Figura 7: Sólido com superfícies aceitáveis para a etapa de Análise de Elementos Finitos.

3. Modelagem utilizando poucas curvas e áreas médias

Dos três métodos citados até agora, este foi o mais rápido, com resultados aceitáveis para geometrias com baixa complexidade. Consiste em traçar linhas de referência somente nos marcos anatômicos, montando as superfícies logo depois de refinar as curvas.

Apesar de agilizar muito o processo, este método muitas vezes gera superfícies não aceitáveis para os próximos passos, podendo ser utilizado somente com geometrias de baixa complexidade.

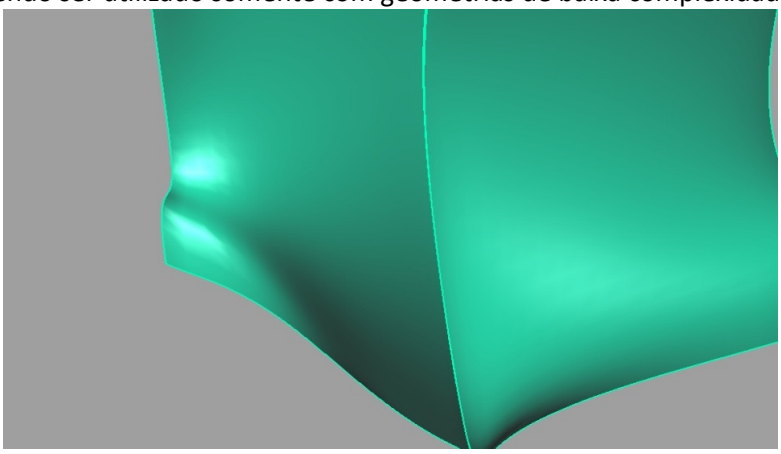


Figura 8: Superfícies apresentando problemas por não serem construídas com número suficiente de curvas

Com os métodos acima desenvolvidos ao longo dos projetos pelos quais ficou responsável na área de modelagem, o bolsista passou a estudar quais os melhores comandos para construção de superfícies. Muitas vezes utilizou opções com resultados semelhantes, onde a diferença não era relevante para o objetivo final, mesmo assim tentou estabelecer um padrão para facilitar no momento da escolha e, mesmo que outro comando tenha resultado semelhante, não precisar perder tempo pensando em qual comando usar.

Os principais comandos que apresentaram problemas na hora de escolher serão listados abaixo:

1. Superfícies com duas curvas de referência e em formato de anel, traçadas pelo comando Loft

Muitas vezes é necessário traçar uma superfície onde as duas curvas de referência são fechadas, tendo que repartí-las, adicionar novas curvas para modelar a superfície ou utilizar o comando Loft. Todas as opções apresentam o mesmo resultado, porém o comando Loft é o melhor para tal situação.

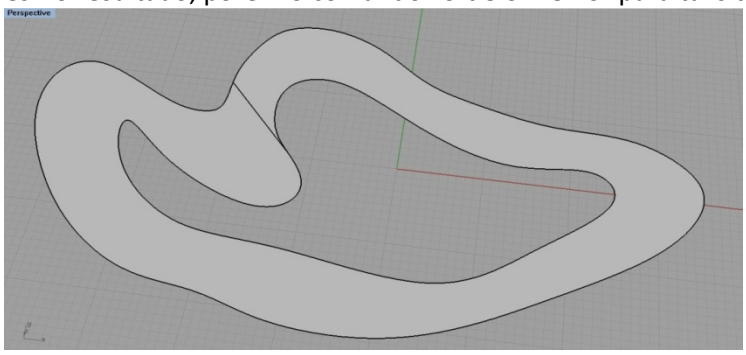


Figura 9: Superfície criada pelo comando Loft a partir de duas curvas fechadas

2. Superfícies sem curvas de referência suficiente traçadas pelo comando Sweep

Muitas vezes houveram situações em que as curvas de referência presentes não foram suficientes para que se trace uma superfície mas, sabendo que esta segue um padrão quase uniforme, é possível traçar a superfície com apenas duas ou três curvas de referência, sem a necessidade de se criar mais curvas.

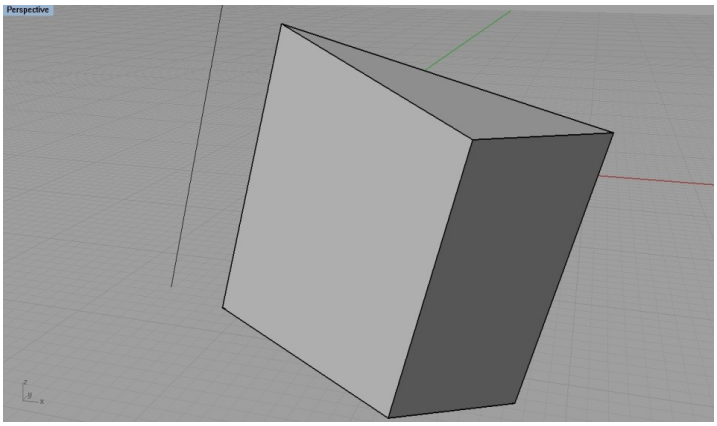


Figura 10: Sólido construído com o comando Sweep1 utilizando um triângulo e uma reta de referência

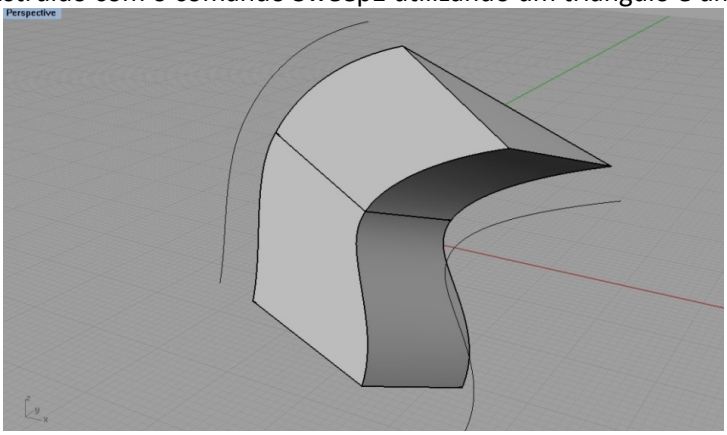


Figura 11: Sólido construído com o comando Sweep 2 utilizando duas curvas e um triângulo como referência

3. Superfícies com número suficiente de curvas de referência traçadas pelo comando NetworkSrf.

Na maioria dos casos, onde foi possível traçar curvas de referência e, devido à complexidade das geometrias, não foi possível utilizar os dois comandos citados antes, foi utilizado o comando NetworkSrf. São necessárias três ou quatro curvas para gerar uma superfície, podendo adicinar quantas forem necessárias entre as fronteiras para deixar a superfície o mais fiel possível.

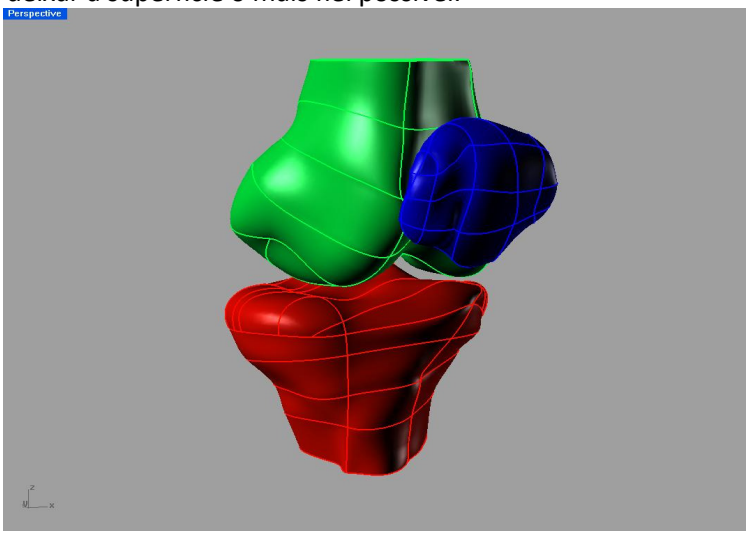


Figura 12: Sólidos construídos por superfícies geradas com o comando NetworkSrf

4. Traçado de curvas utilizando um sólido sem interferência em outro sólido utilizando o comando Project.

Muitas vezes foi necessário traçar curvas para servirem como referência para outras curvas ou para outras etapas como Análises de Elementos Finitos, necessitando de maior precisão, porém sem referências para traçá-las, como no caso de pontos de contato entre os dentes. Nesse caso, foram desenhadas esferas e utilizado o comando Project, o que permite que curvas sejam projetadas da esfera na superfície do dente, dependendo da vista em que o comando for utilizado.

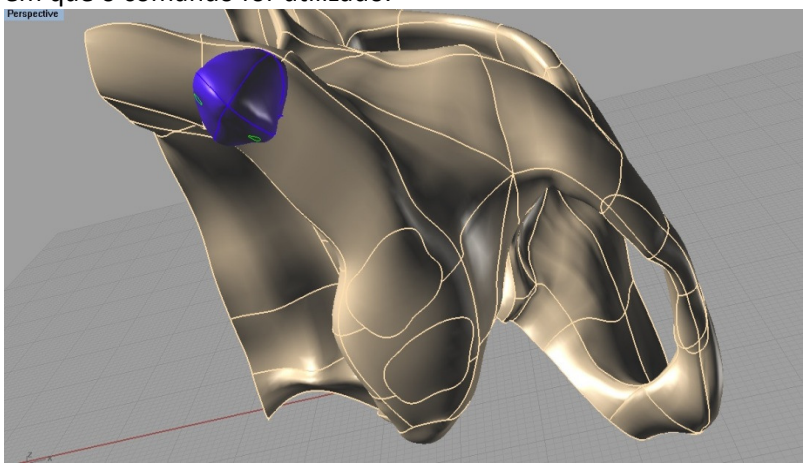


Figura 13: Pontos de contato no canino (em verde) criados pelo comando Project

5. União de superfícies utilizando operações Booleanas.

Uma das maiores dificuldades encontradas pelo bolsista logo no início foi de como fazer sólidos com Assim, passou a utilizar Boolean2Objects, que mostra todas as possibilidades dos comandos Booleanos no sólido.

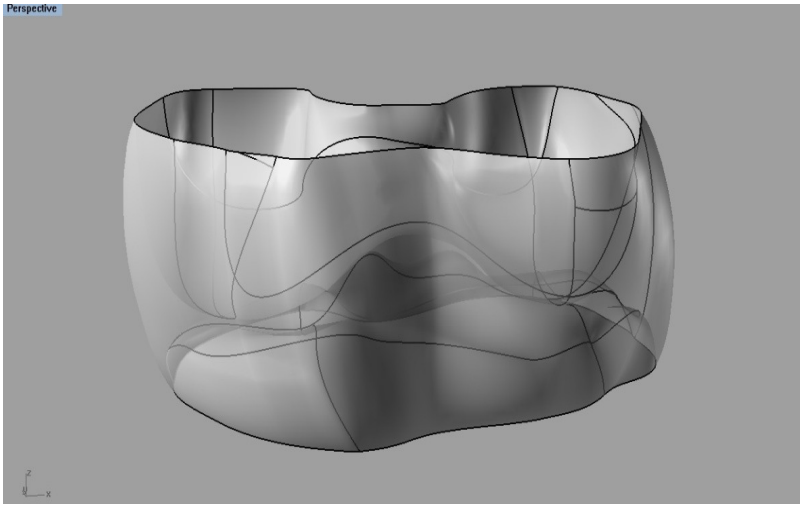


Figura 14: Superfícies criadas por BooleanDiference entre três sólidos.

Enquanto estudava sobre os métodos mais indicados para cada situação, o bolsista auxiliou em muitos projetos de pós-graduandos, onde foi possível avaliar e melhorar os métodos de construção e de montagem de sólidos, estudando as situações onde é possível aplicar cada um deles.

Abaixo, os modelos criados, com os métodos citados acima, de acordo com a evolução dos estudos.

1. O prmeiro modelo criado em parceria com um pós-graduando.

O estudo do pós-graduando Felipe A. O. Poblete era de analisar os efeitos causados por um impacto na parte superiror da boca com e sem protetor bucal. Dessa forma, foram modelados a maxila, os dentes incisivos, canino e primeiro pre-molar, além dos lábios e de protetores bucais utilizando os comandos de NetworkSrf, criando mais linhas e tomando mais tempo além do necessário, porém com bons resultados.

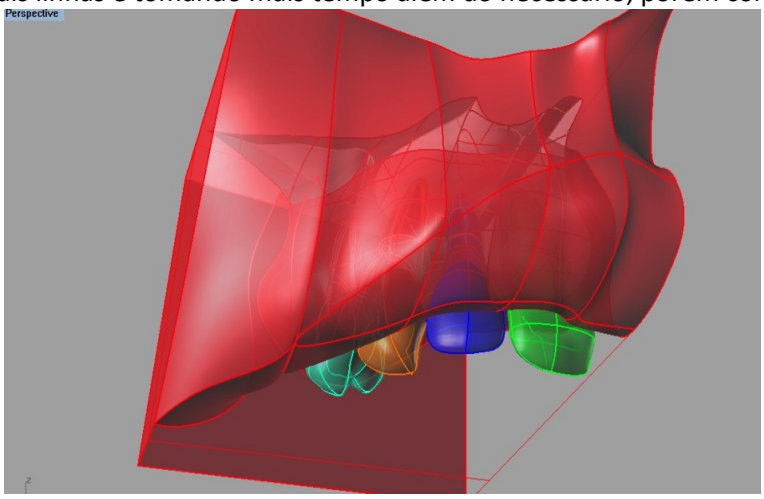


Figura 15: Lábios, gengiva, dentes e maxila construídos por curvas e NetworkSrf

2. Modelo criado para um projeto do Ministério da Saúde

Para auxiliar no projeto do Ministério da Saúde, onde será necessário fazer uma Análise de Elementos Finitos no modelo de um fêmur. O modelo foi criado utilizando comandos NetworkOnSrf para criar as curvas de referência e NetworkSrf para as superfícies, dessa vez utilizando menos curvas e obtendo os mesmos resultados.

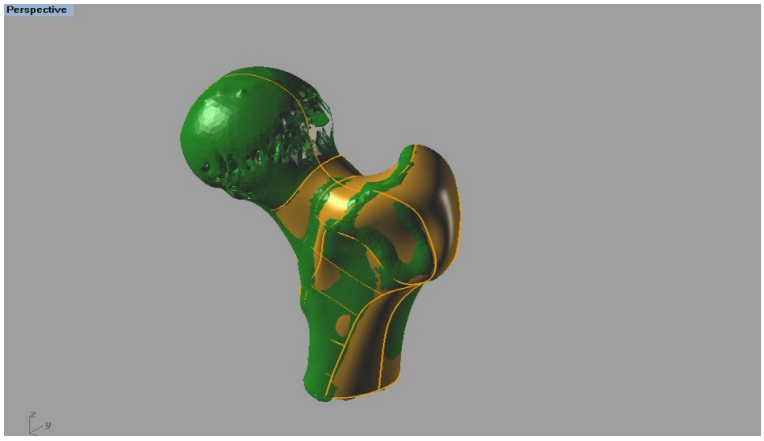


Figura 16: Cabeça Superior de um Fêmur, onde algumas áreas já foram construídas e algumas curvas estão sendo traçadas.

3. Modelagem da divisão DT3D para posterior análise do sistema de refrigeração.

Com o objetivo de otimizar e reduzir gastos com o sistema de ventilação e resfriamento da Divisão, o bolsista modelou a sala junto com as pessoas, computadores, mesas e cadeiras para posteriormente analisar a distribuição de calor e qual a melhor maneira de resfriar a sala.

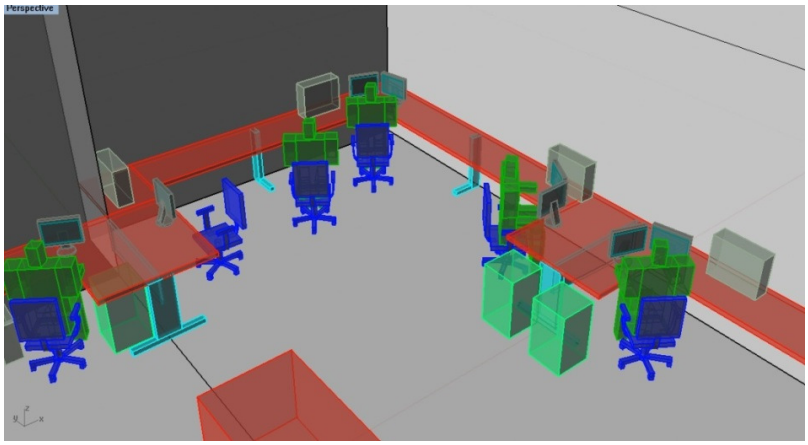


Figura 17: Divisão DT3D modelada utilizando poucas curvas e NetworkSrf devido à baixa complexidade geométrica e posteriormente transformada em um único sólido com o comando Boolean2Objects

4. Modelagem do Menisco personalisado.

Para auxiliar o Doutorando Célio Watanabe, o bolsista foi encarregado de modelar, de acordo com as tomografias do joelho de um paciente, o menisco, cartilagem que compõe a articulação do joelho de uma pessoa, seguindo exatamente a geometria dos ossos daquele paciente.

Nesse caso, por já ter mais experiência, foram utilizados muitos comandos, onde os principais foram PolylineOnMesh e NetworkSrf nos sólidos azul e verde da figura abaixo e Sweep2 no sólido vermelho, também da figura abaixo.

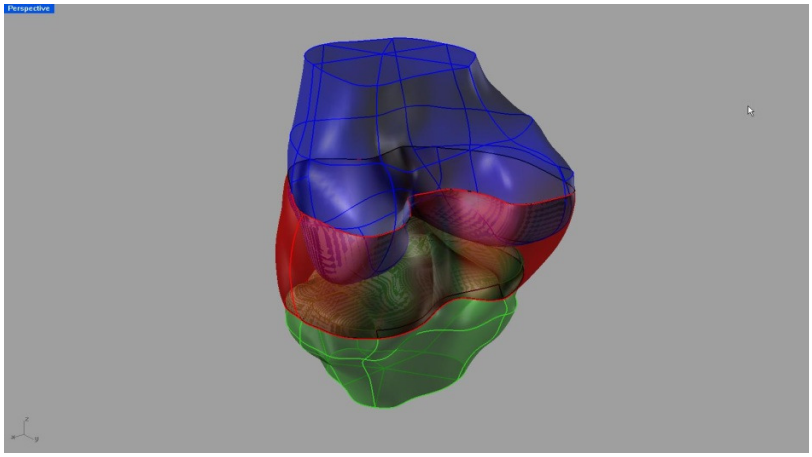


Figura 18: Sólidos onde, utilizando BooleanDiference, foi retirado um sólido com a geometria exata das superfícies do Fêmur e da Tíbia para poder encaixar-se entre eles.

3. Conclusão

Até o memento, com a aplicação do procedimento de BioCAD foi possível obter um modelo consistente e que ajudará a geração de malha. Os modelos, no momento, estão sendo utilizados para geração de malha para aplicação do método dos elementos finitos e tem mostrados resultados parciais satisfatórios. A próxima etapa é a obtenção dos resultados das simulações numéricas com a aplicação de forças no conjunto de maxilas com os dentes coberto com o protetor.

Assim, mais uma vez o protocolo BioCAD mostrou-se capaz de descrever de maneira eficiente as geometrias complexas, podendo considerar satisfatórios os resultados obtidos até o presente momento.

Agradecimentos

Os autores agradecem à DT3D/CTI e aos parceiros de pesquisa pelo apoio e confiança, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida e também a Rede de Biofabricação: Materiais, Processos e Simulação (BioFab, Código UNESCO: 3314) da Rede CYTED (Programa Iberoamericano de Cienciay Tecnología para el Desarrollo).

Referências

Rhinoceros® - NURBS modeling for Windows. Version 4.0 User's Guide

SÍNTESE DE NANOESTRUTURAS DE ÓXIDO DE ZINCO PARA APLICAÇÃO EM CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTE

Liliane S.F. Leite; Adriano C. Pinto; Raluca Savu, Grazielle O. Setti; Talita M. Anselmo; Ednan Joanni
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de empacotamento eletrônico
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas, SP
{liliane.leite; adriano.pinto; talita.anselmo; ednan.joanni}@cti.gov.br; raluk1978@yahoo.com.br, grazielle.setti@gmail.com

Resumo

Neste trabalho, nanoestruturas de óxido de zinco (ZnO) foram fabricadas por síntese hidrotérmica. Essas nanoestruturas foram depositadas em substratos de vidro recobertos com óxido de estanho dopado com flúor (fluorine doped tin oxide – FTO) para aplicação em contra-eletrodos de células solares sensibilizadas por corantes (Dye Sensitized Solar Cells – DSSCs). A caracterização das nanoestruturas obtidas foi feita por microscopia eletrônica de varredura com emissão de campo (MEV-EC). Células solares foram montadas com contra-eletrodos de ZnO nanoestruturado e a eficiência de conversão de energia dessas células foi avaliada.

Palavras chave: Óxido de zinco, nanomateriais, síntese hidrotérmica, células solares sensibilizadas por corantes.

1. Introdução

As células solares são fontes importantes de energia renovável, usando para sua operação o sol, a mais importante fonte natural de energia do nosso planeta[1]. O funcionamento de uma célula solar baseia-se no efeito fotovoltaico, que ocorre em materiais semicondutores, tendo como princípio a transformação da energia solar em energia elétrica[1,2]. A transformação da energia solar em energia elétrica é baseada na teoria quântica: quando uma junção p-n é iluminada por radiação (luz) de certo comprimento de onde (□) e certa energia *h*□, os elétrons da banda de valência (BV) podem ser excitados para a banda de condução (BC) formando um sistema conhecido como par elétron-lacuna. Para que isso ocorra é necessário que a energia da radiação seja maior que a energia da banda proibida *(band-gap* – E_g)[3].

Nas últimas duas décadas foram iniciados por pesquisadores do mundo inteiro intensos trabalhos para construção de dispositivos de energia renovável com baixo custo e alto desempenho. Dentro da área de células solares as DSSCs, também conhecidas como células de Grätzel, apresentam uma boa relação custo/desempenho, despertando assim um grande interesse no desenvolvimento desses dispositivos com potencial para uma série de aplicações[2].

Esse tipo de célula é constituído por duas placas de vidro recobertas com um óxido condutor transparente (normalmente o óxido de estanho dopado com flúor - FTO). Sobre o lado condutor de um desses vidros é depositada uma fina camada de nanopartículas de TiO_2, a estrutura porosa desses filmes nanocristalinos facilita o transporte de elétrons para a camada condutora através do eletrólito[4]. Esse filme é então tratado a uma temperatura de cerca de 500 ºC, adquirindo características de um semicondutor nanoporoso de elevada área de superfície. Essa superfície é coberta por um corante sensibilizador. Na outra

placa de vidro é depositada sobre a face condutora uma fina camada catalisadora de platina que será o eletrodo positivo da célula. As faces condutoras e semicondutoras são colocadas em contato através de um eletrólito líquido não-aquoso de acetonitrila, onde existem íons de iodo em solução[3]. O par redox triiodeto/iodeto (I_3^-/I^-) é o responsável pela regeneração do sensibilizador após a injeção de elétrons no semicondutor[4].

Dentre os óxidos semicondutores nanoestruturados utilizados em células solares destaca-se o ZnO que é um semicondutor do tipo n com banda larga de E_g = 3,37eV a 300K[5,6] e apresenta propriedades catalíticas, elétricas, optoeletrônicas e fotoquímicas[7].

Para obter as nanoestruturas de ZnO pode ser utilizada a síntese hidrotérmica, que é um método químico de fácil manipulação, permitindo o controle do tamanho de partículas e da morfologia dos cristais e possui alto rendimento[5,7,]. Além disso, o método apresenta ainda a vantagem de utilizar baixas temperaturas. O método é baseado no aquecimento de soluções homogêneas ou suspensões de óxidos a alta pressão sintetizando pós com alto grau de pureza e cristalinidade. Nessa técnica é possível obter partículas com tamanho médio desde nanômetros até micrometros [5].

2. Procedimento Experimental

Para a obtenção de nanoestruturas de ZnO pelo método de síntese hidrotérmica foram utilizados substratos de vidro recobertos com FTO nas dimensões 2,5cm x 3,0cm. Os substratos foram limpos com solução de Extran® e posteriormente lavados com álcool isopropílico e secos com jato de nitrogênio.

Foram preparados 150,0mL de uma solução aquosa de nitrato de zinco ($Zn(NO_3)_2.6H_2O$) 0,05M com hexametilenotetramina ($C_6H_{12}N_4$ – HMTA) 0,1M. A solução resultante foi colocada em recipiente de *Teflon*® e o sistema foi vedado. O recipiente de *Teflon*® foi colocado em um reator hidrotérmico, que posteriormente foi introduzido em um banho de silicone e aquecido em uma placa de aquecimento a 100ºC/3h. Depois da síntese, o reator foi deixado resfriar naturalmente em temperatura ambiente por 4 horas. A solução final foi centrifugada e o precipitado obtido foi lavado três vezes com água destilada, re-suspenso em acetona e colocado em banho ultrassom para evaporação do solvente e obtenção do pó, evitando assim a formação de aglomerados. A figura 1 mostra o frasco de Teflon e o reator. A montagem completa utilizada na síntese hidrotérmica pode ser vista na figura 2.

Figura 1: Frasco de Teflon® e reator utilizado na síntese hidrotérmica

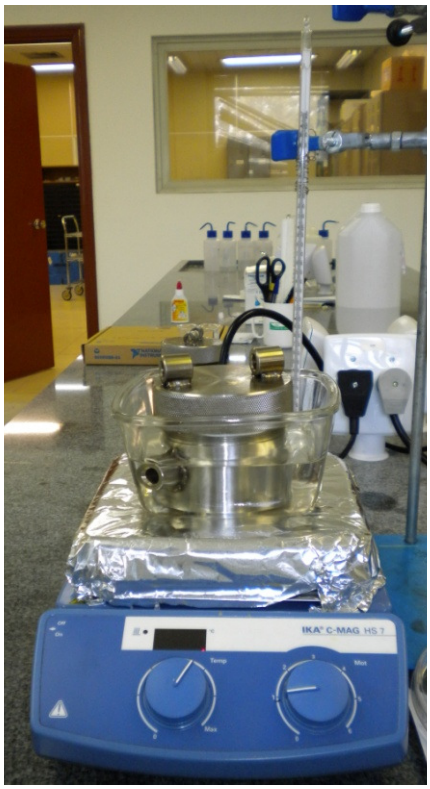


Figura 2: sistema completo utilizado na síntese hidrotérmica (banho de silicone, reator, chapa de aquecimento e termômetro).

A partir do pó obtido na síntese hidrotérmica foi feita uma pasta através da mistura do pó com polietilenoglicol (PEG). Para a obtenção dos filmes de ZnO foi utilizada a técnica de *Doctor Blading*. Com essa técnica, foi depositada uma fina camada da pasta de ZnO nas dimensões 0,7cm x 0,7cm sobre a parte condutora do substrato de vidro. Posteriormente, foi feita a sinterização do filme depositado. Para isso foi utilizada uma rampa de aquecimento de 3ºC/min até atingir 250ºC, permanecendo nessa temperatura por 60min. Após esse periodo, iniciou-se novamente o aquecimento com uma taxa de 2ºC/min até a temperatura de 500ºC, permanecendo nessa temperatura durante 120min. Os substratos foram então resfriados até 30ºC a uma taxa de 10ºC/min.

Para a fabricação das células solares foram utilizados dois substratos de vidro recoberto com FTO. O substrato contendo o filme de ZnO foi utilizado como contra-eletrodo, e o outro substrato continha um filme de TiO_2 que foi utilizado como eletrodo de trabalho. O substrato usado como eletrodo de trabalho ficou imerso em uma solução de corante (N719), para que o corante pudesse ser adsorvido na superfície do filme TiO_2, durante 17 horas para a célula 1 e 21 horas para as células 2 e 3 (os filmes de TiO_2, bem como a solução de corante foram fornecidos pelo Instituto de Química - *Unesp Araraquara*). Foi feito um orifício no eletrodo para posteriormente introduzir o eletrólito dentro da célula.

No contra-eletrodo foram depositadas três gotas de uma solução de Hidrato ácido de Hexachloroplatina (H_2PtCl_6) sobre o filme de ZnO, com a finalidade de catalisar a reação do par redox no eletrodo. Posteriormente, esse filme recebeu um tratamento térmico à 500ºC/30min. Para se proceder à selagem, recorreu-se a um polímero termoplástico. Recortou-se um quadro com dimensões ligeiramente maiores que a área dos filmes para que o selante não tocasse os filmes. Para derreter o selante foi utilizada uma prensa térmica a 113ºC/1min. Ao resfriar, foi inserido com o auxílio de uma micropipeta o eletrólito (I^- /I_3) pelo orifício do eletrodo de trabalho. Para que o eletrólito não vazasse e/ou evaporasse, o orifício foi selado com o polímero e uma lâmina para microscópico. Para estabelecer o contato elétrico foi depositada

uma tinta de prata (PC9145) nas bordas dos substratos. A figura 3 mostra uma célula completa obtida através do processamento descrito.

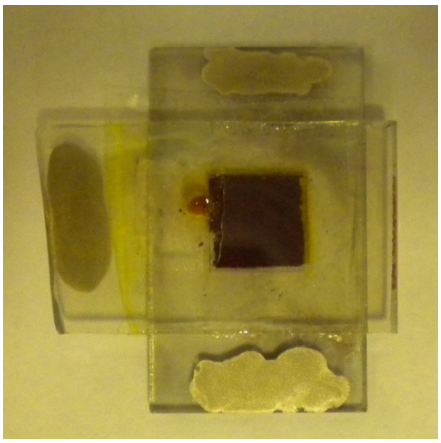


Figura 3: Imagem de uma Célula solar montada

A caracterização do pó nanoestruturado de ZnO foi feita por microscopia eletrônica de varredura por emissão de campo (MEV-EC) e as medidas de eficiência das células foram feitas utilizando um simulador solar (100W *classe A Newport, 91192-A)* sob AM1,5 e um pontenciostato PGSTAT-30 AUTOLAB para determinar as curvas de corrente-voltagem.

3. Resultados e discussão

Os métodos químicos de deposição são muitas vezes utilizados para a obtenção de materiais em forma de pó micro ou nanoestruturado[7]. Muito são os fatores que afetam a nucleação do ZnO em solução aquosa, como por exemplo pH, temperatura, taxa de resfriamento e agente de crescimento anisotrópico [7]. Para as condições utilizadas no experimento foram obtidas nanoestruturas de ZnO constituídas por cristais duplos ou múltiplos formando estrelas, resultado da rápida nucleação em pH neutro ou levemente ácido[7].

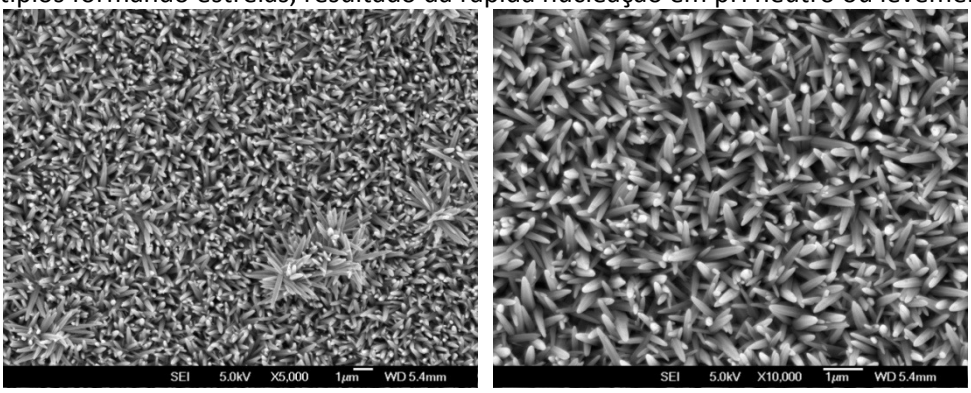


Figura 4: Imagem de MEV-EC das nanoestruturas obtidas na síntese hidrotérmica realizada a 100ºC/3h.

As nanoestrutras obtidas apresentam alta densidade de recobrimento do substrato, como pode ser observado pela figura 4. Além disso, os bastões obtidos possuem diâmetros entre 243 a 270nm e pontas afinadas que podem chegar a menos a 70nm, como pode ser observado na figura 5.

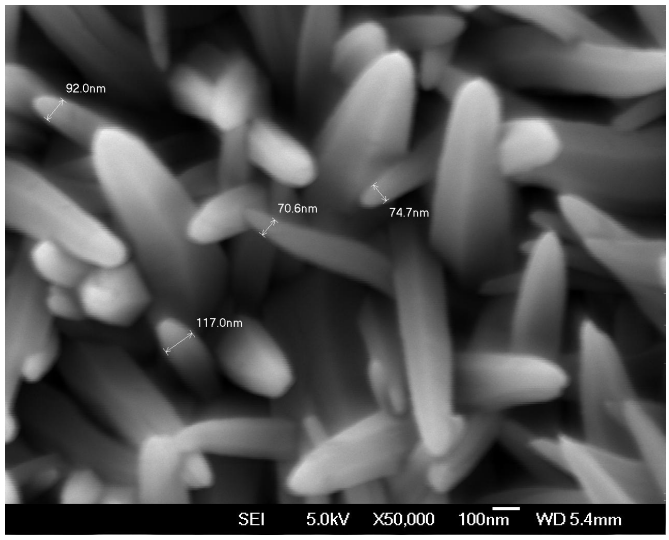


Figura 5: Imagem mais ampliada dos nanobastões obtidos.

Uma dificuldade encontrada foi na preparação da pasta obtida com a mistura do pó da síntese hidrotérmica e PEG, que foi utilizada para deposição de ZnO no substrato de vidro condutor, através da técnica *Doctor Blade.* A pasta de ZnO apresentou baixa aderência no substrato de vidro FTO depois de sinterizada a 500ºC/2h. Uma alternativa para melhorar a aderência ao substrato seria talvez a realização de um tratamento químico da superfície do substrato para torná-lo mais hidrofílico.

A figura 6 mostra os resultados obtidos nas medidas de eficiência de três células construidas com contra-eletrodos nanoestruturados. No mesmo gráfico é mostrada uma curva com a resposta de uma célula padrão.

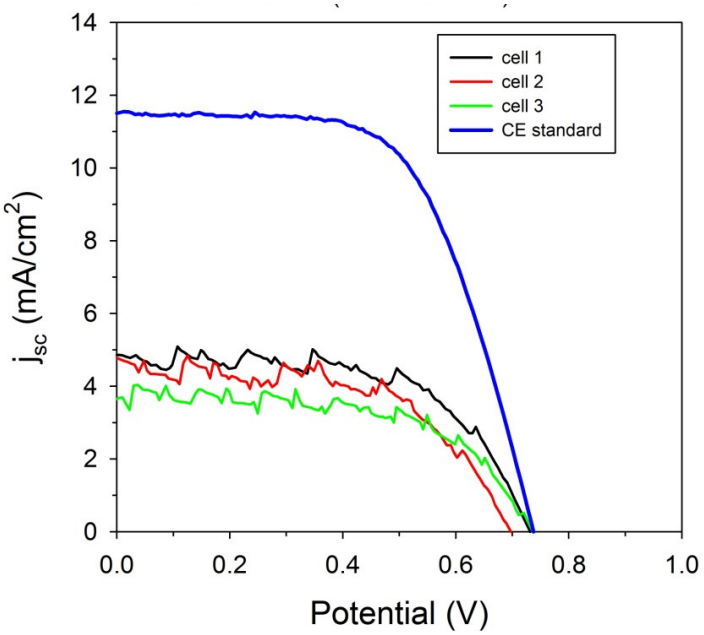


Figura 6: Comparação de três células com nanobastões de ZnO como contra-eletrodo com uma célula solar feita com contra-eletrodo convencional.

Pode-se observar nas curvas das células com contra-eletrodos de ZnO que existe um ruído acentuado. Apesar da voltagem em circuito aberto (V_{oc}) ser semelhante à da célula padrão, os valores de densidade de

corrente em circuito fechado (J_{sc}) são significativamente inferiores. A tabela 1 mostra os parâmetros de desempenho calculados a partir das curvas da figura 6.

Tabela 1: Parâmetros de desempenho da DSSCs fabricadas.

Célula	V_{oc} (V)	I_{sc} (mA)	J_{sc} (mA/cm^2)	FP	η (%)
1	-0.74	2.45	4.79	0.65	2.30
2	-0.70	2.36	4.48	0.63	1.95
3	-0.75	1.88	4.75	0.63	1.77

As células com ZnO possuem uma eficiência bem menor quando comparadas às montadas com contra-eletrodos padrão. Isso provavelmente é devido à baixa aderência das camadas de nanofios ao substrato. Além disso, a maneira como a platina foi depositada sobre o filme de ZnO pode não ter sido adequada, influenciando no resultado. A platina poderia ser depositada utilizando outros métodos mais eficientes para o recobrimento de superfícies como métodos eletroquímicos ou evaporação térmica.

Outro fator que afeta a eficiência de uma DSSC é recombinação de carga que ocorre durante o processo de absorção de luz. Pode ocorrer a transferência de elétrons do semicondutor para o corante ou do par redox para o corante. Dessa forma, para evitar que a recombinação ocorra, o processo de transporte de carga do eletrólito nos poros do filme semicondutor para o contra-eletrodo e a injeção de elétrons no filme semicondutor devem ocorrer muito rapidamente.

$C / S + h\nu \rightarrow C^* / S$	Excitação (fs)	(I)
$C^* / S \rightarrow C^+ / S + e^-_{bc}$ (S)	Injeção (fs)	(II)
$C^* / S \rightarrow C / S$	Relaxação (ps)	(III)
$C^+ / S + e^-_{bc}$ (S) $\rightarrow C / S$	Recombinação (µ-ms)	(IV)
$C^+ / S + E \rightarrow C / S + E^+$	Regeneração do corante (ns)	(V)
$E^+ + e^-_{bc}$ (S) $\rightarrow E$	Reação de recaptura do elétron (µ-ms)	(VI)

Onde

C corante
C^* corante excitado
C^+ corante oxidado
S Semicondutor
E Eletrólito
E^+ Eletrólito excitado
hν fóton
e^-_{bc} elétron da banda de condução

4. Conclusões

As imagens de MEV-EC mostraram que as nanoestruturas de ZnO obtidas por síntese hidrotérmica possuem morfologia de bastões e que muitas vezes há associação de dois ou múltiplos cristais formando estrelas. As medidas de desempenho das células fabricadas utilizando ZnO como contra-eletrodo mostraram

que a eficiência dessas células é em média de 2,00%, Essa eficiência é menor do que a eficiência de células solares convencionais. Os fatores que podem ter levado a resultados de baixa eficiência são: a) ataque do eletrólito à superfície do ZnO, b) método pouco eficiente de deposição de Pt sobre a superfície do ZnO e c) baixa aderência do ZnO ao substrato. Entretanto, a proposta de utilização de nanoestruturas em contra-eletrodos de DSSCs é promissora e melhoras na construção do contra-eletrodos deverão resultar em valores eficiência maiores dessas células.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro; ao LNLS pela realização das análises de caracterização MEV-EC; ao Instituto de Química - Unesp Araraquara pela ajuda na montagem e teste das células.

Referências

[1] CECCHINI, T. “Otimização das regiões altamente dopadas de células solares fabricadas por processos térmicos rápidos”, Tese de Mestrado, Faculdades de Engenharia Física e Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

[2] AGNALDO, J.S.; BASTOS, J.B.V. CRESSONI, J.C.; VISWANATHAN, G.M. “Células solares de TiO2 sensibilizado por corante”, Revista Brasileira de Ensino Física, vol.28, n.1, p.77-84, 2006.

[3] NOGUEIRA, A. F. “Células solares de Grätzel com eletrólito polimérico”, Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

[4] Ferreira, D.S.P.; “Estudo de porfirinas como potenciais fotossensibilizadores de células solares”, tese de mestrado, Faculdade de ciência e tecnologia,
Departamento de química, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2010.

[5] GAO, T.; WANG, T. “Vapor phase growth and optical properties of single-crystalline SnO2 nanobelts”, Materials Research Bulletin 43, p.836-842, 2008.

[6] GÓES, M. S. “Análise de nanoestrutura por espectroscopia de impedância para células fotoeletroquímicas”, Tese de doutorado, Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.

[7] SAVU, R. “Síntese de nanofios de óxidos semicondutores para aplicação em dispositivos ópticos e eletrônicos”, Tese de Doutorado, Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2009.

SÍNTESE HIDROTÉRMICA DE NANOBASTÕES ALINHADOS DE TIO2 UTILIZANDO CAMADA DE NUCLEAÇÃO PREPARADA PELO MÉTODO DOS PRECURSORES POLIMÉRICOS

Thalita A. Destefani; Talita Mazon
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Empacotamento Eletrônico
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
tadestefani@gmail.com; talita.mazon@cti.gov.br

Resumo

Nos últimos anos, nanoestruturas semicondutoras de dióxido de titânio (TiO2) tem sido estudadas devido suas aplicações para conversão de energia solar, como por exemplo em células solares sensibilizadas por corante. Este trabalho teve como objetivo obter nanobastões de TiO2 por síntese hidrotermal sobre substratos de SiO2/Si utilizando como camada de nucleação um filme de TiO2 depositado pelo método dos precursores poliméricos (método Pechini). Na síntese hidrotermal foram utilizados como precursores o ácido clorídrico e isopropóxido de titânio. As nanoestruturas obtidas foram caracterizadas quanto a formação de fases por DRX e morfologia por MEV-EC. Foi possível observar, pelos resultados obtidos por MEV-EC, o efeito da presença de uma camada de nucleação, bem como dos parâmetros de síntese na obtenção de nanobartões alinhados ao substrato.

Palavras chave: Nanobastões, síntese hidrotérmica, TiO_2

1. Introdução

Nanoestruturas de óxidos semicondutores têm sido muito estudadas do ponto de vista teórico e experimental, devido suas aplicações em conversão de energia solar, fotocatálise e na indústria eletrônica[1].

Nos últimos anos, TiO_2 tem sido largamente utilizado no estudo de células solares sensibilizadas por corantes, tanto por seu desempenho quanto pelo baixo custo. O funcionamento de uma célula solar está baseado na passagem de cargas da banda de valência para a banda de condução do óxido, produzindo uma corrente. O efeito fotovoltaico é a diferença de potencial observada na célula[2].

O TiO_2 é um semicondutor do tipo n altamente estável e abundante, que apresenta um band gap entre 3~3,2 eV[3]. Como o TiO_2 é transparente a luz visível, é utilizado um corante para facilitar o transporte de cargas, que ocorre entre a banda de valência do corante e a banda de condução do TiO_2, aumentando a eficiência da célula solar[2]. Existe uma premissa que o uso de nanoestruturas de TiO_2 em células solares sensibilizadas por corante pode favorecer a obtenção de células solares de maior eficiência, devido a maior absorção do corante na superfície do TiO_2 e reduzir efeitos de recombinação de carga.

Por isso, este trabalho teve como objetivo utilizar a síntese hidrotermal para a obtenção de nanoestruturas e nanocompósitos de TiO_2 alinhados sobre substrato de SiO_2/Si. Para atingir os objetivos, utilizou-se uma camada de nucleação de TiO_2, preparada pelo método dos precursores poliméricos. As nanoestruturas obtidas foram caracterizadas quanto à morfologia por MEV-EC e formação de fases por DRX. Parâmetros como tempo de reação e viscosidade do precursor polimérico foram estudados.

2. Procedimento Experimental

A resina polimérica, precursora para a preparação da camada de nucleação, foi obtida aquecendo-se o etileno glicol à 60ºC e, em seguida, adicionando-se ácido cítrico até total dissolução e isopropóxido de Titânio, na proporção 16: 1: 4 (etileno glicol : isopropóxido de Ti : Ac. Cítrico).

Após o ajuste da viscosidade (10 a 40 cP), a resina foi depositada sobre substrato de silício por spin coating a 3000 rpm por 30 segundos. O filme obtido foi tratado termicamente a 450°C e 700°C por 2 horas.

A síntese hidrotérmica de nanobastões de TiO_2[4] foi realizada em uma autoclave de aço inoxidável, com um recipiente de politetrafluoretileno (PTFE) interno com capacidade para 200 ml. Em um procedimento típico, 1,2 ml de tetraisopropóxido de titânio (TTIP) foi adicionado em 40 ml de HCl 37% e 80 ml de água deionizada sob agitação magnética. A solução obtida foi então transferida para a autoclave contendo o substrato e a mesma foi selada e colocada em banho de óleo de silicone pré-aquecido a 110°C. O tempo de reação foi de 3 e 6 horas. Após esse tempo, a autoclave foi resfriada naturalmente a temperatura ambiente. Os substratos foram lavados com água deionizada e secos em estufa 80°C.

3. Resultados

Na Figura 1 estão apresentados os resultados obtidos por difração de raios X (DRX) das amostras preparadas sem camada de nucleação e com a presença de uma camada de nucleação. Observa-se a formação da fase rutilo TiO_2 para a amostra preparada em substrato de SiO_2/Si sem camada de nucleação e a formação de fases anastase e rutilo para as amostras preparadas utilizando uma camada de nucleação de TiO_2.

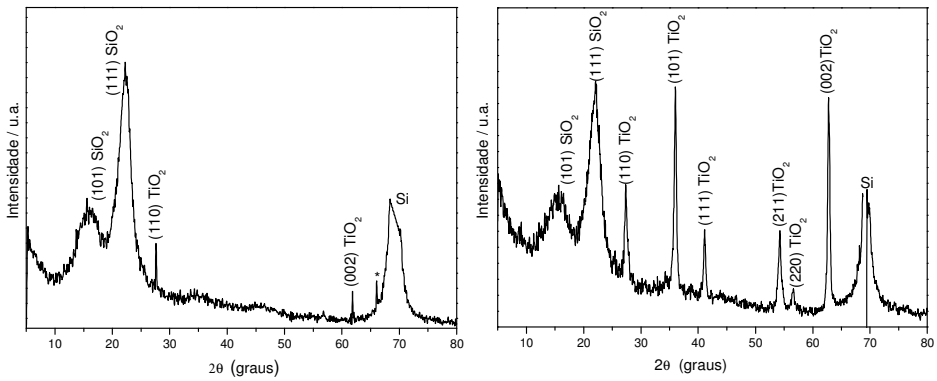


Fig 1: Difratograma de Raio X de nanobastões de TiO_2. Em (A) nanobastões não alinhados e em (B) nanobastões alinhados. Os picos são atribuídos à fase rutilo do TiO_2 (JCPDS card nº 21-1276) e à SiO_2 (JCPDS card n° 89-3607).

Microscopia Eletrônica de Varredura

As nanoestruturas obtidas foram foram caracterizadas por Microscopia eletrônica de varredura com emissão de campo (MEV-EC), Figura 2. Analisando as micrografias obtidas, é possível observar a influência da camada de nucleação no crescimento de nanobastões de TiO_2 alinhados ao substrato. Isto porque, a camada de nucleação proporciona a formação de sítios iniciais de TiO_2 que facilitam o crescimento das nanoestruturas sobre o substrato de Si[4]. Na presença da camada de nucleação, os bastões crescem alinhados e são uniformemente distribuídos por toda a superfície de substrato de Si, enquanto que na ausência da camada, os bastões crescem orientados aleatoriamente (Figura 2(A) e 4(A)). As características da camada de nucleação também interferem no tamanho dos nanobastões obtidos. Nanobastões crescidos sobre uma camada de nucleação tendem a ser menores que os crescidos sem a camada, como observado na Figura 5.

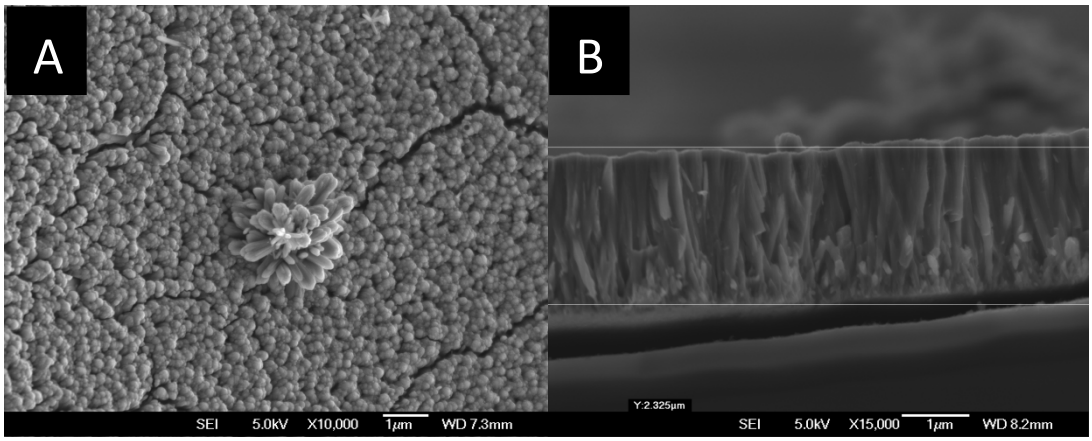


Fig. 2: Micrografia obtida por MEV-EC dos nanobastões de TiO_2 crescidos utilizando uma camada de nucleação. Síntese realizada por 6 horas. Substrato utilizado com camada de nucleação de 40 cP. (A) Vista superior e (B) corte transversal

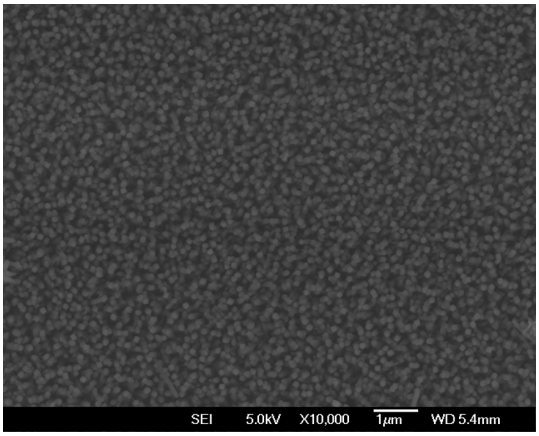


Fig. 3: Micrografia obtida por MEV-EC da vista superior dos nanobastões de TiO_2. Síntese realizada em 6 horas. Substrato utilizado com camada de nucleação de 10 cP.

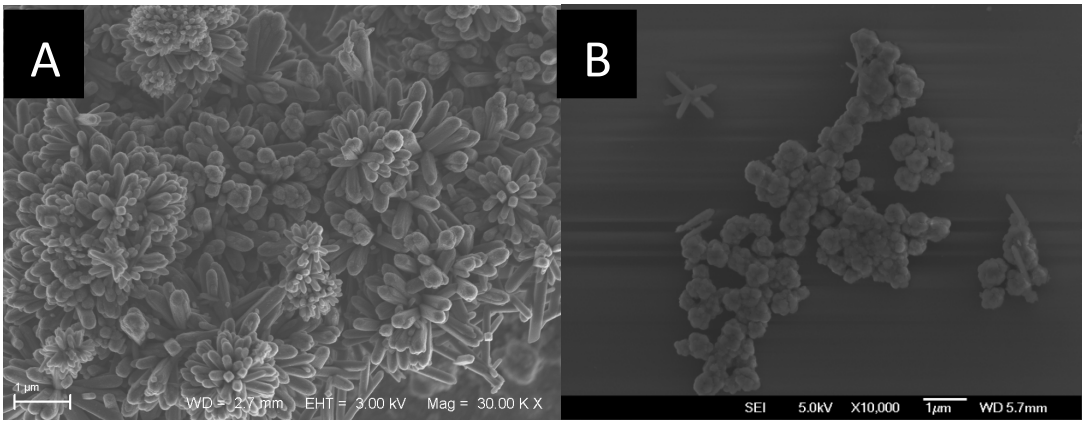


Fig. 4: Micrografia da vista superior dos nanobastões de TiO_2 sem camada de nucleação. Síntese realizada em (A) 6 horas e (B) 3 horas.

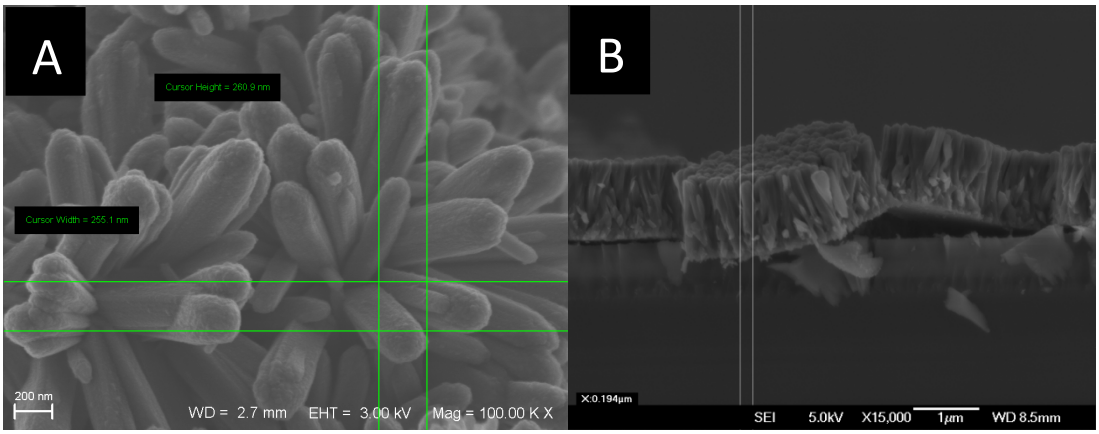


Fig. 5: Comparação entre os tamanhos dos nanobastões de TiO_2 obtidos: (A) Síntese realizada sem camada de nucleação, apresentou bastões de aproximadamente 260 nm. (B) Síntese realizada com camada de nucleação de Ti de 40 cP apresentou bastões de aproximadamente 194 nm.

A viscosidade da solução precursora também interferiu na formação dos nanobastões. Para os nanobastões obtidos a partir de uma camada de nucleação preparada com uma solução com viscosidade 10 cP, se observou que os bastões embora crescecem de forma alinhada, apresentam distâncias maiores entre si, quando comparado com os resultados obtidos para a solução precursora com viscosidade de 40 cP (figuras 2(A) e 3).

O tempo de reação também influenciou na formação dos nanobastões. Um tempo de 6 é necessário para a formação dos nanobastões (Figura 4 A e B).

4. Conclusões

Foi possível obter nanobastões alinhados de TiO_2 quando se utiliza camada de nucleação de TiO2. Métodos simples e de baixo custo foram utilizados para a preparação tanto da camada de nucleação como das nanoestruturas de TiO_2.

Os parâmetros utilizados para a preparação da camada de nucleação, como viscosidade da solução polimérica precursora e velocidade de rotação dutrante a deposição influenciaram na morfologia dos nanobastões.

Tempos mais longos durante a síntese hidrotermal foram favoráveis para o crescimento de nanobastões com maior comprimento e menor diâmetro. A temperatura ideal durante a síntese hidrotermal para o crescimento dos nanobastões foi 110°C.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração do LME do LNLS no suporte durante as análises por microscopia eletrônica de varredura com emissão de campo (MEV-EC) e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Referências

[1] Krishna,M.; Komarneni,S.; “Conventional- vs microwave-hydrothermal synthesis of tin oxide”, SnO2 nanoparticles; Ceramics International; v.35; pág. 3375-3379; 2009

[2] Agnaldo, J.S.; Bastos, J.B.V.; Cressoni, J.C.; Viswanathan, G.M.; “Células solares de TiO2 sensibilizado por corante”; Revista Brasileira de Ensino de Física; v.28; pág. 77-84; 2006

[3] Lagha,K.; Belkaid,M.S.; Escoubas,L.; Pasquenelli,M.; “Elaboration of heterojunction solar cells by the deposit of tin oxide thin films on silicon by APCVD”; Thin Solid Films; v.518; pág. 1218 – 1221; 2009

[4] Wang, H.; Chen, Z.; Leung, Y. H.; Luan, C.; Liu, C.; Tang, Y.; Yan, Ce.; Zhang, W.; Zapien, J. A.; Bello, I.; Lee, S.; ""Hydrothermal synthesis of ordered single-crystalline rutile TiO2 nanorod array on different substrates". Applied Physics Letters, v.96; 263104

SÍNTESE HIDROTERMAL DE NANOESTRUTURAS DE TiO_2:ZnO

Lara C. B. Gomes; Talita Mazon
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Empacotamento Eletrônico
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
Lara.gomes@cti.gov.br; talita.mazon@cti.gov.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo a obtenção de nanocompósitos TiO_2:ZnO utilizando 2 técnicas distintas: síntese hidrotermal e o método dos precursores poliméricos. Primeiramente, nanobastões de TiO_2 alinhados ao substrato de SiO_2/Si foram crescidos por síntese hidrotermal, utilizando um filme fino pré-depositado por "spin coating" de TiO_2 como camada de nucleação. Após o crescimento dos nanobastões alinhados de TiO_2, uma solução de citrato de zinco foi depositada sobre a superfície, utilizando a técnica de "spin coating". As amostras foram tratadas termicamente em diferentes temperaturas e tempo visando a formação da fase ZnO sobre nanobastões de TiO_2. As nanoestruturas e os filmes preparados foram caracterizados no LME do Laboratório Nacional de Luz Sincroton (LNLS) por Microscopia Eletrônica de Varredura com emissão de Campo. Verificou-se que foi possível crescer "nanorods" de TiO_2 alinhados perpendicularmente ao substrato com nanopartículas esféricas de ZnO na superfície dos nanorods.

Palavras chave: Nanoestruturas, síntese hidrotermal, TiO_2, nanocompósitos, ZnO

1. Introdução

O dióxido de titânio (TiO_2) é um semicondutor de tipo n com aplicações em sistemas fotocatalíticos[1] e fotovoltaicos[2, 3]. Uma das estruturas de células solares mais populares utiliza nanoparticulas de TiO_2 e um corante orgânico como camada ativa[2-5]. Atualmente, diversos autores têm usado filmes nanocristalinos de TiO_2 mesoporosos para a preparação de células solares sensibilizadas por corante[4, 5]. Contudo, alguns tipos de células apresentam baixa eficiência e os compostos orgânicos (corantes) têm tendência a degradar-se quando expostos à luz solar, sendo factores limitates da sua utilização.

O pequeno tamanho das nanopartículas no eletrodo de TiO_2 nanoporoso não suporta uma camada de cargas espaciais resultante da separação de carga eficiente. Como resultado, os elétrons injetados podem recombinar com moléculas do corante oxidado ou com o agente redutor oxidado e isto é um dos principais fatores limitantes da eficiência deste tipo de célula. Visando melhorar a eficiência de conversão deste tipo de célula, estudos tem sido realizados vizado suprimir o processo de recombinação de cargas. Neste sentido, eletrodos de TiO_2 têm sido tratados com óxidos isolantes ou outro semicondutor, tal como Nb_2O_5 ou ZnO, visando suprimir o processo de recombinação de cargas e aumentar o tempo de vida do elétron.

Uma tecnologia muito promissora para evitar os processos de recombinação de cargas, envolve a deposição de uma camada fina de óxido metálico envolta do núcleo semicodutor, tecnologia denominada "core-shell" (núcleo-escudo). O escudo é geralmente formado por uma camada do eletrodo de trabalho semicondutor com um óxido metálico que tem uma banda de condução maior que o próprio semicondutor. A camada permite que os elétrons gerados da fotoexcitação do corante migrem através do escudo para o núcleo do semicondutor e, conequentemente, dentro da camada do óxido condutor, enquanto, simultâneamente cria uma barreira de energia para recombinações. Embora existam alguns trabalhos sobre o

uso de estruturas do tipo núcleo-estudo em células solares sensibilizadas por corantes, a influência do uso de estruturas do tipo núcleo/escudo, bem como das suas características morfológicas, na conversão eficiente de energia, ainda não estão bem definidas.

Baseando-nos nessas limitações, este artigo teve como objetivo crescer nanoestruturas de TiO_2 com superfície modificada com ZnO.

2. Procedimento Experimental

Para a preparação das soluções precursoras de citrato de titânio e citrato de zinco, que foram utilizadas durante a preparação da camada catralizadora e na etapa de deposição de nanopartículas sobre ZnO, foi utilizado o método dos precursores poliméricos. Neste método, o acetato de zinco e o isopropóxido de titânio foram adicionados a uma solução de ácido cítrico e etilenoglicol, na proporção de 1:4:16, sob agitação e aquecimento. Em seguida, realizou-se o ajuste da viscosidade destas soluções no intervalo de 10 a 40 cP.

Para a obtenção de uma camada de nucleação de TiO_2 sobre substrato de SiO_2/Si, a solução de citrato de Ti foi depositada por "spin coating", a 4000 rpm por 30 segundos. Em seguida, o filme foi tratado termicamente a 700 ºC para a formação de fase cristalina.

A síntese hidrotermal de nanobastões de TiO_2[4] foi realizada em uma autoclave de aço inoxidável, com um recipiente de politetrafluoretileno (PTFE) interno com capacidade para 200 ml. Para a síntese, tetraisopropóxido de titânio (TTIP) foi adicionado em HCl 37% e água deionizada sob agitação magnética. A solução obtida foi então transferida para a autoclave contendo o substrato e a mesma foi selada e colocada em banho de óleo de silicone pré-aquecido a 110°C. O tempo de reação foi de 6 horas. Após esse tempo, a autoclave foi resfriada naturalmente a temperatura ambiente. Os substratos foram lavados com água deionizada e secos em estufa a 80°C.

Após a secagem, uma solução de citrato de Zn, com viscosidade de 40 cP, foi depositada por spin coating sobre o substrato contendo os nanobastões de TiO_2. O substrato foi tratado termicamente a 700 ºC por 3 horas para a formação de fases cristalinas.

As amostras obtidas foram caracterizadas quanto a morfologia por microscopia eletrônica de varredura (MEV-EC). As análises foram realizadas no LME do LNLS.

3. Resultados

Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados os resultados obtidos por MEV-EC dos filmes de TiO_2 que serão utilizados como camada catalisadora para favorecer o crescimento das nanoestruturas. Observa-se que a velocidade de deposição dos filmes por sin coating influenciou no tamanho dos grãos obtidos e na porosidade. Filmes depositados a 5000 rpm apresentaram menor tamanho de grão e são menos porosos quando comparados aos filmes depositados a 4000 rpm.

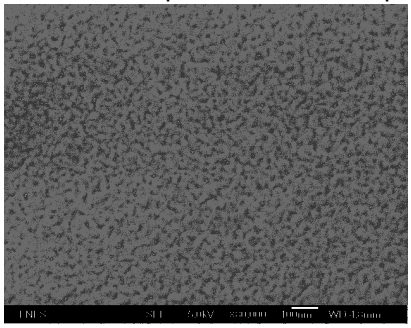


Figura 1: Filme de TiO2 depositado a 4000rpm

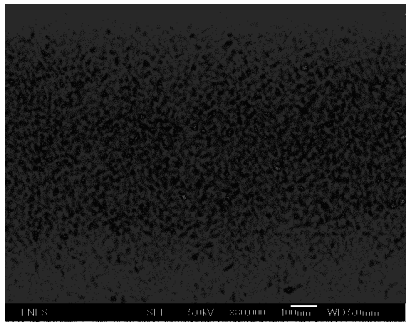


Figura 2: Filme de TiO2 depositado a 5000rpm

Nas Figuras 4 a 7 estão apresentadas as micrografias obtidas para as amostras de TiO_2 preparadas por síntese hidrotermal. Observa-se a formação de nanobastões de TiO_2 alinhados perpendicularmente ao substrato para todas as amostras.

A deposição de uma camada de ZnO por spin coating com posterior tratamento térmico, após a síntese hidrotermal, favoreceu a formação de nanopartículas esféricas de ZnO na superfície dos nanobastões de TiO_2 (Figura 4 e 6). No entanto, na Figura 6, é possível notar que esta etapa afetou na homogeneidade do alinhamento e nas características estruturais dos nanobastões de TiO_2. Isto sugere que as amostras devem ser tratadas em temperaturas menores após a síntese hidrotermal.

Também é possível notar, nas figuras 4 e 6, que as nanopartículas de ZnO ficaram apenas na superfície do topo dos nanobastões (como um filme fino), o que indica que parâmetros do processo devam ser modificados para permitir que as nanopartículas de ZnO possam recobrir toda a superfície dos nanobastões. Os nanobastões de TiO_2 apresentam comprimento em torno de 1,15 µm e diâmetro em torno de 219 nm. As nanopartículas de ZnO apresentaram diâmetro em torno de 90 nm.

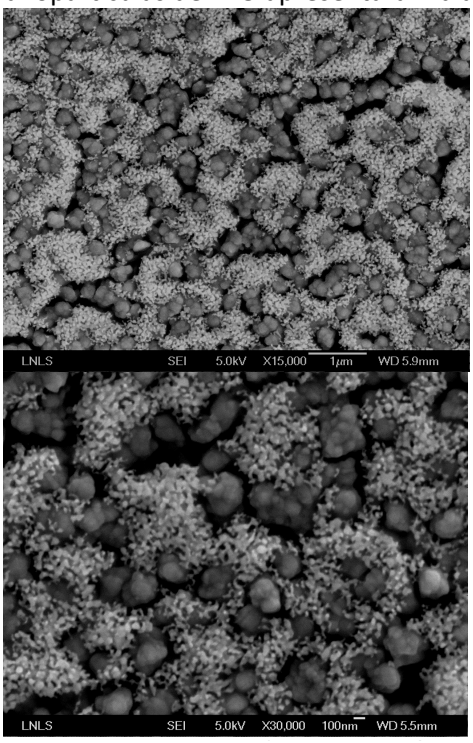


Figura 4: Nanobastões de TiO_2 obtidos por síntese hidrotérmica com camada superior de ZnO

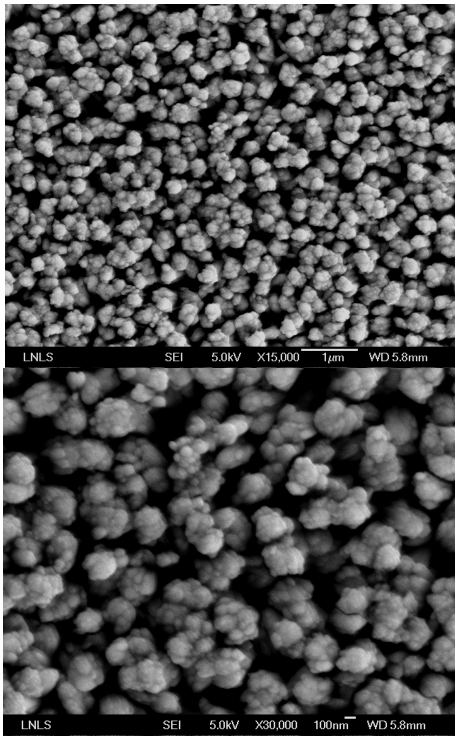


Figura 5: Nanobastões de TiO_2 obtidos por síntese hidrotérmica sem camada superior de ZnO

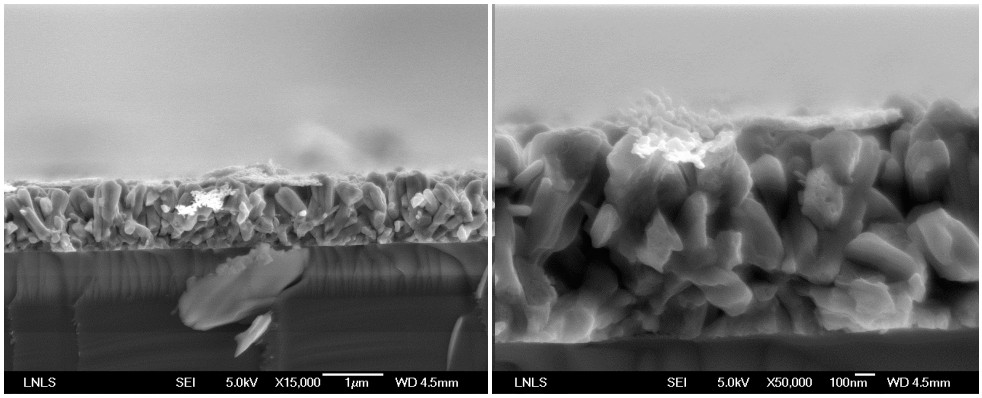


Figura.6: Nanobastões de TiO_2 obtidos por síntese hidrotérmica com camada superior de ZnO (corte lateral).

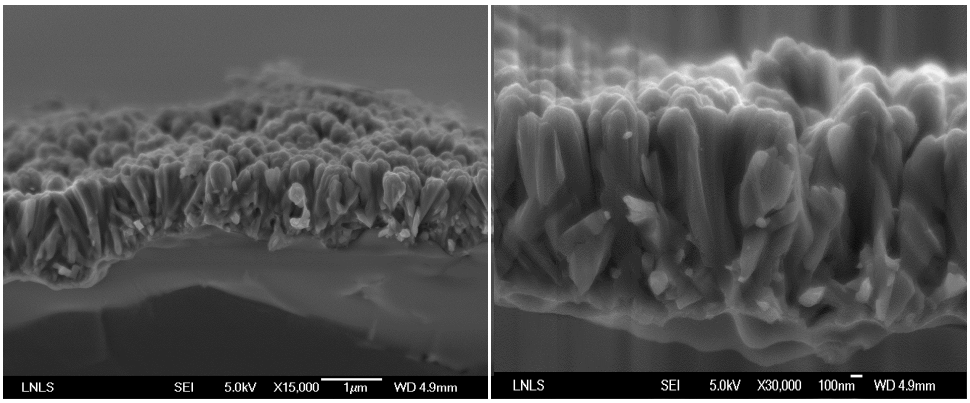


Figura.7: Nanobastões de TiO_2 obtidos por síntese hidrotérmica sem camada superior de ZnO (corte lateral).

4. Conclusões

A velocidade de deposição da camada catalisadora influenciou no tamanho de grãos e na porosidade dos filmes obtidos.

Nanobastões de TiO_2 alinhados ao substrato foram obtidos por síntese hidrotermal, utilizando um método simples e de baixo custo para a preparação da camada catalisadora.

Foi possível obter nanobastões de TiO_2 recobertos na superfície com nanopartículas de ZnO, no entanto se faz necessário modificar os parâmetros da solução precursora de zinco e a temperatura de tratamento térmico para obter nanocompósitos de TiO_2:ZnO mais homogêneos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração do LME do LNLS no suporte durante as análises por microscopia eletrônica de varredura com emissão de campo (MEV-EC) e ao CNPq pelo apoio financeiro.

Referências

[1] Krishna,M.; Komarneni,S.; “Conventional- vs microwave-hydrothermal synthesis of tin oxide”, SnO2 nanoparticles; Ceramics International; v.35; pág. 3375-3379; 2009

[2] Agnaldo, J.S.; Bastos, J.B.V.; Cressoni, J.C.; Viswanathan, G.M.; “Células solares de TiO2 sensibilizado por corante”; Revista Brasileira de Ensino de Física; v.28; pág. 77-84; 2006

[3] Lagha,K.; Belkaid,M.S.; Escoubas,L.; Pasquenelli,M.; “Elaboration of heterojunction solar cells by the deposit of tin oxide thin films on silicon by APCVD”; Thin Solid Films; v.518; pág. 1218 – 1221; 2009

[4] Wang, H.; Chen, Z.; Leung, Y. H.; Luan, C.; Liu, C.; Tang, Y.; Yan, Ce.; Zhang, W.; Zapien, J. A.; Bello, I.; Lee, S.; “”Hydrothermal synthesis of ordered single-crystalline rutile TiO2 nanorod array on different substrates”. Applied Physics Letters, v.96; 263104

[5] STROPPA.D.G.; GIRALDI.T.R.; LEITE.E.R.; VARELA.J.A.; LONGO.E.; “Obtenção de filmes finos de TiO2 nanoestruturado pelo método dos precursores poliméricos.” Química Nova, v31, pag. 1706-1709, 2008.

NOVO MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE CIRCUITOS MICROELETRÔNICOS 3D COM DEPOSIÇÃO DE METAIS VIA ÚMIDA SOBRE ÓXIDO DE SILÍCIO

Tales P. Thomaz; Alexander Flacker; Raluca Savu; Antonio L. P. Rotondaro
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Sistemas Interessantes
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
*tales.thomaz@cti.gov.br; aflacker@terra.com.br; raluk1978@gmail.com; antonio.rotondaro@*cti.gov.br

Resumo

É apresentada a fabricação de circuitos microeletrônicos objetivando o empacotamento 3D usando deposição de metal via úmida sobre silício oxidado. Este procedimento mostrou resolução excelente tamanho, com definição de borda e uma boa aderência ao substrato. O tamanho e a definição dos elementos foram medidos através de um microscópio óptico. A adesão filme foi avaliada através do teste de fita adesiva e fio de wire-bonding através de pull-test. O pull-test para fios de ouro e fios de alumínio resultou em um valor médio de 3.5gf e 4.25gf, respectivamente. Dois dies foram empilhados juntos usando epóxi não-condutor, com uma defasamento de alinhamento de ~ 2mm. A amostra foi encapsulada em uma cápsula de cerâmica padrão e os pads de contato foram soldados com wire-bonding para medições elétricas

Palavras chave: Microeletrônica, Empacotamento 3D, Deposição Ni-P.

1. Introdução

Materiais semicondutores são um fator chave para muitas áreas de produtos de tecnologia avançada, tais como componentes eletrônicos, circuitos integrados, dispositivos ópticos, sensores e outros. A construção dos dispositivos e circuitos dependem de muitos fatores relacionados à qualidade do ambiente, à pureza dos materiais etc. Processos de metalização são um passo crítico na fabricação de dispositivos e embalagens e podem afetar seriamente o desempenho do componente [1].

A deposição da liga Níquel-Fósforo (Ni-P) é uma técnica bem conhecida e tem sido usada para a deposição seletiva de filmes metálicos e, em muitos casos, é uma alternativa atraente para metalização de back-end de processos, porque é de baixo custo, rápida, além de ser um processo realizado em baixa temperatura [2].

Além disso, o crescimento contínuo da demanda por produtos eletrônicos, principalmente os portáteis, tem impulsionado a necessidade de novas tecnologias de empacotamento que permitam a miniaturização e alta integração [3]. No contexto da SiP (System in Package) a tecnologia de empacotamento3D, este trabalho utilizou um único módulo funcional composto pelo empilhamento vertical de dois ou mais chips que tem aplicações em memórias de acesso aleatório, leitores de MP3, gadgets de áudio e vídeo, consoles de jogos portáteis e câmeras digitais, permitindo uma integração de silício de alta eficiência em área a baixo custo, em comparação com montá-los separadamente em uma maneira tradicional [3].

A interligação die para die e die para cápsula foi feita usando wire-bonding, o método de interligação mais popular chip em chip de empilhamento por causa de seu baixo custo e flexibilidade. Esta tecnologia de empilhamento tem sido utilizada por várias empresas, incluindo a Hitachi, Sharp, Amkor, Intel, Hynix e [3]. As amostras foram analisadas a fim de testar, a adesão, o desempenho elétrico, bem como a viabilidade da estrutura de empacotamento 3D desenvolvido.

Este artigo descreve um novo método de fabricação 3D de circuitos microeletrônicos empregando deposição úmida de metal sobre silício oxidado, resultando em uma solução alternativa com as seguintes vantagens: reprodutibilidade e baixo custo em relação à deposição por sputtering.

2. Procedimento

2.1 Fabricação

Foi mantido o substrato utilizado no início do projeto com orietação <100> tipo p (dopado com Boro resistividade 1-10Ω.cm) e 2 polegadas de diâmetro. A Figura 1 mostra a seqüência resumida de fabricação, inicialmente, os wafers foram limpos seguindo a limpeza padrão RCA composta por SC1 (1:1:5 NH4OH:H2O2:H2O @ 65ºC por 10min) seguida de SC2 (1:1:5 HCl: H2O2:H2O @ 25ºC por 10min), sendo imediatamente submetidos a uma oxidação térmica para crescimento de um filme de SiO2 com 0,8µm de espessura.

A etapa de catalização foi precedida por uma ativação da superfície através de um tratamento por plasma de oxigênio em uma máquina da Applied Materials com as seguintes condições: fluxo de O2 de 20sccm, pressão de 50mTor, potência de 900W, e duração de 10min. A deposição de uma camada catalisadora sobre a superfície do óxido de silício foi realizada por imersão em uma solução aquosa de cloreto estanoso(II) (1g/l contendo 4ml/l HCl), seguido pela ativação da superfície com uma solução de cloreto de paládio (0.25g/l using 2.5ml/l HCl). Os íons de estanho (Sn2+) adsorvidos na superfície reduzem os íons de paládio (Pd2+). Os átomos do metal coloidal formam aglomerados de paládio e constituem a camada catalisadora, que permite a deposição de níquel químico. O passo seguinte é imergir a amostra em uma solução não comercial autocatalítica electroless de Ni-P (Figura 1C), semelhante ao relatado por Dubin et.al. [5], conforme descrito na Tabela I. OI banho contém cloreto de níquel como uma fonte de íons de níquel, hipofosfito de sódio como a agente redutor, acetato de sódio e cloreto de amônio como agente complexantes e buffer e nitrato de chumbo (II) para estabilização. Hidróxido de sódio (5N) é adicionado ao banho para controle do pH.

A deposição foi realizada sob agitação constante a uma temperatura de 60ºC, obtendo uma espessura de aproximadamente 0.5µm. As principais reações induzidas por esse banho estão descritas na referência [5], água deioinizada com resistividade de 18M.Ω.cm foi utilizada ao longo de todo o processo.

Tabela I – Compostos e concentrações utilizadas na solução eletroless de Ni-P.

Composto	Concentração(g/l)
$NiCl_2.6H_2O$	15
$NaH_2PO_2.H_2O$	30
$CH_3C_2OONa.3H_2O$	10
NH_4Cl	50
$Pb(NO_3)_2$	4 ppm

Foi feita então a fotogravação para definição dos pads de contato de 200 x 200µm de modo que o fotoresiste fosse removido das regiões de onde o ouro será depositado como mostra a figura 1E. A região de Ni-P exposta foi então espessada com ouro eletrolítico, utilizando uma solução comercial (Auruna 553 UMICORE). A camada de ouro é utilizada como máscara protetora para a camada inferior de Ni-P e a camada de Ni-P que não recebeu deposição de ouro é removida através de corrosão química em uma solução ácida composta por: 1:4,5 HNO3:H3PO4 @ 60ºC por 30s como mostra a Figura 1F.

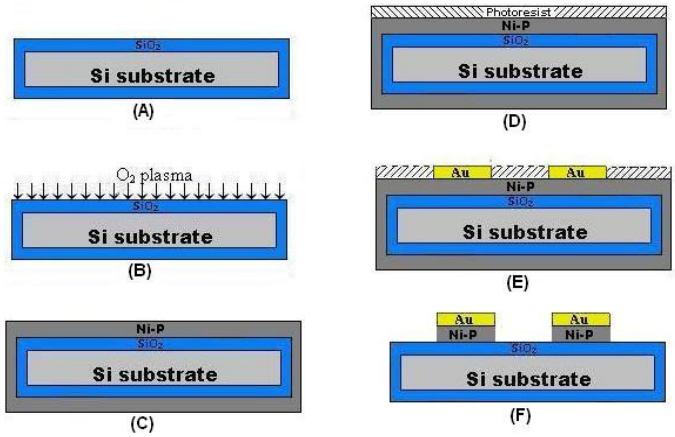


Figura 1 - Passos para a fabricação do circuito:

(A) Oxidação térmica do substrato; (B) Ativação por plasma de oxigênio; (C) Deposição eletroless de Ni-P; (D) Espalhamento de fotoresiste; (E) Deposição eletrolítica seletiva de Au; (F) Remoção da camada exposta de Ni-P.

2.2. Empacotamento 3D

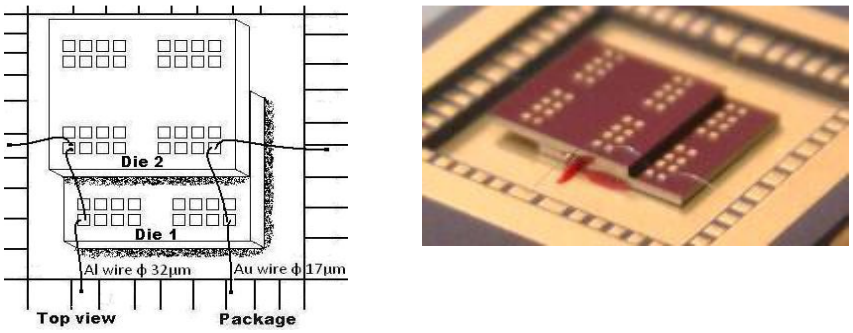
Após a fabricação das estruturas metálicas, os substratos são cortados em dies de 4mm x 4mm contendo quatro conjuntos de oito pastilhas de contato cada, utilizando uma serra de diamante.

Um die foi encapsulado em uma cápsula cerâmica DIP(dual in line package), e um segundo die foi então montado ao sobre o primeiro evitando-se espalhamento de resina sobre os pads de contato do die inferior. Utilizou-se um adesivo epóxi não-condutor (NCE) na montagem.

A interligação dos dies empilhados foi realizada através da técnica de wire-bonding. A fiação de alumínio (99% Al / 1% Si - diâmetro de 32µm) foi feita usando uma máquina de compressão, Sola Basic modelo EMB 1100, obtendo uma conexão wedge-wedge, como mostrado na Figura 2A, e a fiação de ouro (99,99% Au - diâmetro de 17µm) foi feita utilizando uma máquina de ultra-sons, modelo TPT HB16, obtendo uma conexão de ball-wedge como mostrado na Figura 2B. O esquema da montagem final dos dies empilhados é mostrado na Figura 3.

(A) (B)

Figura 2 - Conexões utilizadas: (A) Wedge; (B) Ball.



(A) (B)

Figura 3 - Configuração final:(A) Esquemático; (B) Dies empilhados.

3. Resultados

Um pré-tratamento com plasma de oxigênio foi feito para melhorar a aderência do filme de Ni-P ao dióxido de silício. A análise da superfície do dióxido de silício por Fourier Transform Infra-Red (FTIR), como mostrado na Figura 4, indica que o tratamento com plasma resultou em um aumento de absorbância do SiO (r) átomo de vibração "rocking", SiO2 (s) átomo vibração "stretching", e grupos de Si-N-O. Provavelmente, esta mudança na superfície do dióxido de silício promoveu a adesão do filme metálicodevido à formação de mais dipolos com oxigênio que possui grande afinidade com paládio.

A análise por Atomic Force Microscope (AFM), Figura 5 também foi realizada para comprovar essa afirmação, já que a rugosidade do óxido não foi modificada. A adesão do metal foi testada usando o procedimento de teste de fita adesiva (tape-test), de acordo com ASTM D3359 [5], que resultou em nenhuma perda de estruturas.

Os fios de ouro e alumínio foram submetidos ao pull-test MIL-STD-883, método 2011,7 [6], que é um teste de tração destrutivo, para medir a resistência mecânica do fio (Figura 6) usando um pull-tester modelo HMP 2350 NDL, resultando em valores médios de 3.5gf e 4,25 gf, respectivamente.

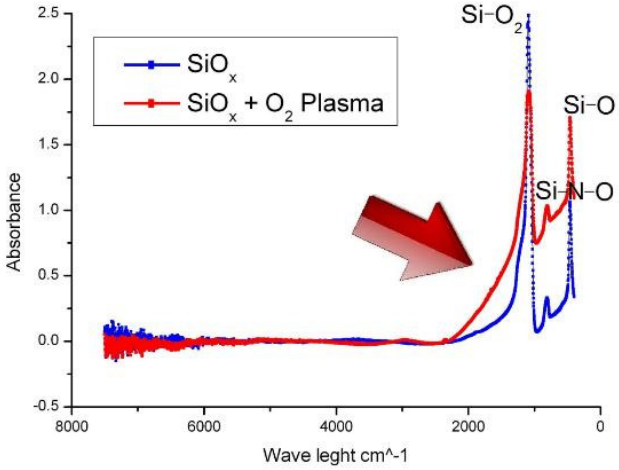
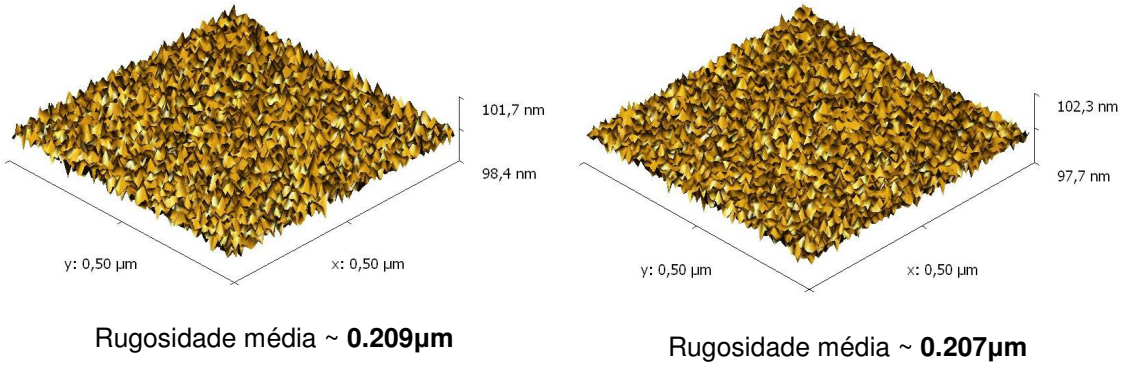


Figura 4 - Medidas feitas no FTIR antes e depois da ativação por plasma de oxigênio mostrando a mudança na absorbância.



Rugosidade média ~ **0.209µm**

Rugosidade média ~ **0.207µm**

(A).....(B)

Figura 5 - Medidas feitas no AFM antes (A) e depois da ativação por plasma de oxigênio(B).

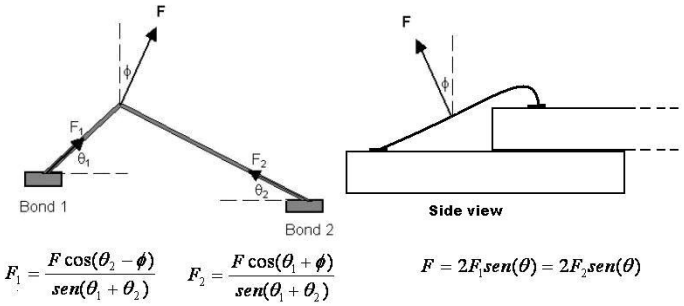


Figura 6 - Esquemático do pull-test.

A resistência elétrica foi extraída a partir das características I-V dos diferentes elementos (Figura 7). O valor médio da resistência para o pad de contato, fio de ouro, e fio de alumínio foram, respectivamente, 0.862Ω, 1.415Ω 1.284Ω.

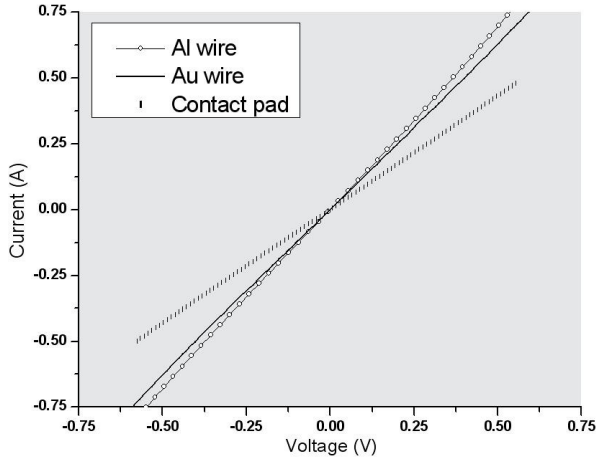


Figura 7 - Característica I-V do pad de contato; da conexão com fio de Au; da conexão com fio de Al.

4. Conclusões

Uma vez que filmes metálicos depositados por métodos úmidos não apresentam boa adesão ao óxido de silício, foi desenvolvido um pré-tratamento da superfície do SiO2 com plasma de O2 que permitiu a deposição de metal de boa qualidade por processos úmidos.

O procedimento desenvolvido resultou em filmes metálicos com boa aderência, uniformidade e características elétricas. As estruturas fabricadas apresentaram boa definição de borda mostrando que o método desenvolvido é uma alternativa de baixo custo para deposição metálica comparado à técnica de deposição por sputtering.

Esse novo método foi utilizado com sucesso para fabricação de um circuito microeletrônico com empacotamento 3D com dies empilhados.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, FAPESP e INCT NAMITEC pelo apoio financeiro; à equipe do CTI e Centro de Componente Semicondutores (CCS - UNICAMP) pelo apoio e colaboração .

Referências

[5] M. Arra, D. Shangguan, S. Yi, R. Thalhammer and H. Fockenberger, “Development of lead-free wave soldering process” IEEE Transactions on Electronic Packaging Manufacturing, Finland, pp 289-299, 2002.

[6] A. Marques, S. Santos Filho and S. Martini, “Electroless nickel deposition onto silicon surfaces for micro and nanoelectronics applications and microtechnology processes”, Physica Stattus Solid, Brazil, 256-258, 2007.

[7] R. R. Tummala and M. Swaminafhan, “Introduction to System-on-Package (SOP)”, McGraw Hill.

[8] V. M. Dubin, D. Lopatin and V. G. Sokolov, “Selective electroless Ni deposition onto Pd-activated Si for integrated ciruit fabrication”, Thin Solid Films,Belarus ,pp 94-98 , 1993.

[9] Astm D3359 - Standard Test Methods for Measuring Adhesion By Tape Test, 2008.

[10] **MIL-STD-883 Test 2011.8** - Military Standard Test Methods, USA, 2010.

CORROSÃO ÚMIDA DE FILMES DE DIÓXIDO DE SILÍCIO

Karina de Almeida Lins, Antonio Luis Pacheco Rotondaro
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Microssistemas e Empacotamento
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
karina.lins@cti.gov.br

Resumo

Este artigo contém o desenvolvimento e os resultados da caracterização da corrosão úmida de filmes de dióxido de silício em soluções de HF, KOH, H2SO4:H2O2 e NH4OH:H2O2:H2O. Os filmes de dióxido de silício são amplamente utilizados em processos de fabricação de circuitos integrados, que têm sido cada vez mais importantes devido à grande demanda tecnológica do país envolvendo dispositivos semicondutores.

Palavras chave: Circuitos integrados, dióxido de silício, corrosão úmida.

1. Introdução

A utilização de semicondutores em todos os setores da atividade econômica mundial tem aumentado consideravelmente a demanda por circuitos integrados (CIs), tornando o setor um segmento importante da atividade econômica do Brasil. O silício é o material mais popular na fabricação de dispositivos semicondutores. Suas propriedades físicas são apropriadas para a obtenção de um dispositivo com boas características elétricas e, além disto, o silício pode ser facilmente oxidado para formar excelentes camadas de isolação. Este isolante é usado para fazer capacitores e dispositivos controlados por efeito de campo, podendo também atuar como máscara contra impurezas que poderiam difundir-se no silício de alta pureza. Estas características do Silício o tornam adequado a fabricação de circuitos integrados, em que elementos ativos e passivos são construídos juntos e em um mesmo substrato, e ao mesmo tempo, sendo interconectados para formar o circuito completo.

Um dos procedimentos da fabricação de CIs é o “etching”. Há dois tipos de etching empregados: molhado ("wet") e seco ("dry"). O “wet etching”, também chamado de corrosão úmida, usa agentes químicos em fase líquida e caracteriza-se por apresentar uma remoção altamente seletiva e isotrópica. Com isto, este processo resulta em remoção lateral indesejada. Os processos de corrosão úmida são as etapas de processo mais repetidas durante a fabricação de dispositivos semicondutores. É de fundamental importância que estas etapas sejam caracterizadas e otimizadas para que os dispositivos fabricados tenham o desempenho esperado e possam ser reproduzidos de maneira controlada. Os processos de corrosão úmida são utilizados tanto para a fabricação de simples estruturas até complexos microprocessadores contendo bilhões de transistores.

Este projeto propõe a caracterização e otimização de alguns processos de corrosão úmida utilizados em microeletrônica. Esta tecnologia é amplamente empregada nas áreas de fabricação de MEMS, NEMS, circuitos integrados monolíticos e híbridos.

2. Metodologia

2.1. Oxidação do silício

A oxidação refere-se ao processo químico no qual o oxigênio reage com o silício para formar o dióxido de silício (SiO_2).

A oxidação úmida é realizada colocando-se as lâminas de Si no forno térmico convencional em alta temperatura de 1000 °C e em ambiente de H_2O (vapor) e de O_2. As reações químicas envolvidas são:
$Si + O_2 \rightarrow SiO$
$Si + 2H_2O \rightarrow SiO_2 + 2H_2$

As lâminas foram colocadas no forno por tempo suficiente para que a espessura da camada de óxido obtida esteja em torno de 0.8 µm.

2.2. Fotolitografia

A fotolitografia é o processo utilizado para transferir um modelo desenhado numa máscara para o dispositivo sendo fabricado. Essa transferência se dá, basicamente, pela incidência de luz (radiação) sobre a máscara e projeção do modelo num filme foto-sensível (fotoresiste) depositado sobre o substrato. O procedimento foi realizado da seguinte forma:

a) Limpeza dos Wafers

Inicialmente, os wafers foram limpos com acetona e álcool isopropílico, realizando-se a secagem dos mesmos com jatos de gás nitrogênio após cada aplicação. Em seguida, eles foram submetidos a aquecimento de 150 ºC por 15 minutos, para a evaporação destes solventes.

b) Aplicação do promotor de aderência

A lâmina foi posicionada e fixada no spinner e, em seguida, aplicou-se sobre o mesmo o promotor de aderência HMDS, com o auxílio de um conta-gotas. A lâmina foi rotacionada a 5000 rpm por 30 segundos. Após a aplicação, a lâmina foi submetida novamente a aquecimento de 150 °C por 15 minutos.

c) Aplicação do fotoresiste (spin-coating)

A lâmina foi novamente posicionada e fixada no sppiner e, em seguida, aplicou-se cerca de 40 gotas do fotoresiste AZ 5214 com o auxílio de um conta-gotas. Após a aplicação, a lâmina com o fotoresiste foi submetida à rotação em duas velocidades diferentes: 600 rpm durante 10 segundos e 5000 rpm durante 30 segundos.

d) Pré-cura (baking)

Após aplicação do foto-resiste, o wafer foi submetido a um bake numa chapa de aquecimento (hot plate) a 90°C por 5 minutos para secagem e aderência do fotoresiste sobre a lâmina. Em seguida, o wafer foi resfriado à temperatura ambiente por mais 5 minutos.

e) Exposição

Para a exposição, foram utilizados dois tipos de máscara: um fotolito (filme transparente de poliéster coberto por emulsão fotográfica) e uma máscara de filme de cromo em substrato de vidro. Para a gravação dos padrões contidos no fotolito, a parte contendo o padrão a ser gravado foi recortada e fixada numa placa de vidro.

O outro tipo de máscara já estava pronto para a exposição. Primeiramente a máscara foi posicionada e fixada na expositora e, em seguida, colocou-se a face do wafer em que foi aplicado o fotoresiste em contato com a máscara (impressão por contato), manualmente, na posição vertical.

Finalmente, fez-se com que a luz incidisse perpendicularmente sobre a máscara, realizando a gravação. As condições de exposição foram:

- Lâmpada: UV510 Ushio;
- Potência: 70 mW/cm²;
- Comprimento de onda: 350 - 400 nm;
- Taxa de exposição: 10 mW/s;
- Tempo de exposição: 7 segundos.

O wafer em que foi gravado o padrão da máscara de filme de cromo em substrato de vidro sofreu o processo litográfico do tipo lift-off, isto é, após a exposição, o substrato foi submetido a um bake de 5 minutos a 112 °C para inversão da imagem e a um flood, ou seja, um banho de luz na mesma intensidade da exposição por 10 segundos, antes da revelação. Os wafers em que foram gravados os padrões do fotolito foram revelados diretamente.

f) Revelação

Com o auxílio de uma pinça, mergulhou-se o wafer na solução reveladora contida num béquer durante 30 segundos, realizando-se a movimentação do mesmo, para permitir uma melhor interação com a solução reveladora. O wafer em que foi realizado o processo litográfico do tipo lift-off foi mergulhado na solução reveladora durante 20 segundos, em seguida foi lavado com água deionizada e mergulhado novamente na solução por 30 segundos. Após a revelação, os wafers foram limpos com água deionizada e secos com jatos de gás nitrogênio.

g) Cura

Ao final do processo, foi realizado um bake em chapa de aquecimento a 120 °C por 5 minutos.

Obs.: Todo o procedimento foi realizado na sala limpa, em ambiente com luz amarela e evitando-se o máximo possível a ocorrência de contaminações.

2.3. Corrosão

Para a realização da corrosão, de acordo com o procedimento geral, os wafers oxidados foram cortados em pedaços, de modo que cada um deles pudesse permanecer na solução por um tempo diferente. As amostras foram submersas nas soluções contidas nos béqueres (sob chapa de aquecimento, no caso dos procedimentos que envolveram temperaturas mais elevadas), retiradas após o tempo de corrosão determinado e imediatamente submetidas a um jato de água para interromper a ação da solução, com o auxílio de uma pinça. O material fotoresiste foi removido com acetona e, finalmente, as amostras foram secas com o auxílio de uma pistola de gás nitrogênio. Para as soluções de hidróxido de amônio e de ácido sulfúrico foram utilizadas amostras somente com o óxido, isto é, que não foram fotogravadas. No caso do ácido sulfúrico, foram utilizadas também amostras de silício sem o óxido. Para a solução de KOH, a lâmina com o óxido foi fotogravada e, em seguida, foi corroída com HF para retirar o óxido das “janelas” determinadas pela máscara. Finalmente, o material fotoresiste foi removido com acetona e, em seguida, realizou-se a corrosão com KOH.

3. Obtenção dos resultados

A espessura da camada de óxido da amostra após a corrosão foi determinada por perfilometria (técnica utilizada para medir a profundidade e a dimensão das estruturas, como, por exemplo, as da abertura de uma janela no óxido de silício) e elipsometria (técnica utilizada para determinar as propriedades de um material a partir das características da luz refletida por sua superfície).

Uma vez determinados os parâmetros "tempo de corrosão" e "espessura da camada de óxido", é possível obter uma curva da espessura em função do tempo, a partir da qual pode-se determinar a taxa de corrosão do óxido numa determinada solução.

3.1 Resultados

A tabela a seguir contém o os tempos de corrosão e espessuras da camada de óxido para cada solução, bem como a taxa de corrosão obtida e a taxa de corrosão esperada de acordo com a teoria:

Soluções	Tempo (minutos)	Espessura (Å)	Taxa de corrosão experimental (Å/s)	Taxa de corrosão teórica (Å/s)
HF 1%	20	54	$4,1x10^{-1}$	$1,6x10^{-1}$
	30	93		
	60	375		
	90	736		
KOH 40% 80 ° C	0,2	2729	-	1,1
	0,3	2976		
	0,5	2965		
	0,7	2930		
H_2SO_4:H_2O_2 (1:4) 130 ° C	20	-	-	-
	30	81		
	60	44		
	90	91		
NH_4OH:H_2O_2:H_2O (1:1:5) 65° C	20	7756	-	-
	30	7725		
	60	7779		
	90	7681		

4. Conclusão

A taxa de corrosão obtida para o HF 1% foi bastante próxima da esperada. A diferença se deve, provavelmente, a erros na concentração na solução e a diferenças de qualidade entre o óxido utilizado no procedimento de referência e no procedimento experimental. Não foi possível obter a taxa de corrosão experimental para o KOH devido ao seu valor muito baixo, uma vez que os tempos de corrosão utilizados foram muito pequenos, sendo necessária a aplicação de um tempo maior para a obtenção da taxa. Os valores obtidos para o experimento com a solução de ácido sulfúrico correspondem a lâminas não oxidadas que, após o procedimento, apresentaram uma pequena quantidade de óxido, evidenciando o poder oxidante desta solução. A mesma não corrói o dióxido de silício. A solução de hidróxido de amônio ataca o óxido muito lentamente, o que pode ser evidenciado pelo fato de a espessura medida em 90 minutos ser um pouco

menor do que as demais. Porém, os valores apresentaram-se muito próximos uns aos outros, impossibilitando a obtenção da taxa de corrosão

Agradecimentos

Deixo expressos meus sinceros agradecimentos, primeiramente a Deus e às seguintes instituições e pessoas, que foram essenciais e imprescindíveis para a realização deste projeto:

- CNPq, instituição financiadora do projeto;

- CTI Renato Archer;

- Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP);

- Antonio Pacheco Rotondaro, pela orientação e apoio ao longo do desenvolvimento do projeto;

- Talita Mazon Anselmo, pela disponibilidade e ajuda prestada sempre que necessário;

- Professores José Alexandre Diniz e Ioshikari Doi, por permitirem a realização de alguns procedimentos no Centro de Componentes Semicondutores da UNICAMP;

- Fátima de Castro Reis e Maria das Graças de Almeida, pelo acompanhamento e auxílio sempre que necessário na realização dos procedimentos em sala limpa;

- A toda a equipe do CTI pelo acolhimento e disposição em ajudar.

Referências

http://www.microeletronica.unifei.edu.br/EAM120/PROCESSO%20DE%20FABRICACAO.pdf
http://www.ccs.unicamp.br/cursos/fee107/download/cap17.pdf
http://www.bold-tech.com/technical/silicon_dioxide.html

Estudo e Desenvolvimento de Métodos de Caracterização e Teste Elétrico de Circuitos de Baixo Consumo

Laís B. Sampaio; Carlos R. M. de Oliveira; Antonio C. C. Telles
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Qualificação e Análise de Produtos Eletrônicos
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{lais.sampaio; carlos.oliveira; antonio.telles}@cti.gov.br

Resumo

Este trabalho visa estudar técnicas e desenvolver métodos de caracterização e teste de circuitos eletrônicos, com ênfase em sistemas de baixo consumo. O objetivo é montar e testar protótipos de circuitos que usam técnicas de alto rendimento e baixa potência em suas características estáticas e dinâmicas, bem como caracterizar componentes eletrônicos nestas condições de operação. O trabalho também envolve o desenvolvimento de novas técnicas de medição que visam minimizar os erros em sistemas de baixa tensão e/ou corrente.

Palavras chave: Circuitos de baixo consumo, Coleta de energia, Caracterização elétrica, Osciladores.

1. Introdução

Os avanços na microeletrônica permitiram o desenvolvimento de sistemas cuja potência é baixa o suficiente para funcionar com a energia disponível no ambiente. O processo de captação de energia para alimentação destes sistemas é chamado de coleta de energia. As fontes podem ser energia solar, vibratória, térmica entre outras.

Duas configurações de osciladores de relaxação de baixa tensão capazes de ser utilizados em sistemas de coleta de energia estão ilustradas na Figura 1.

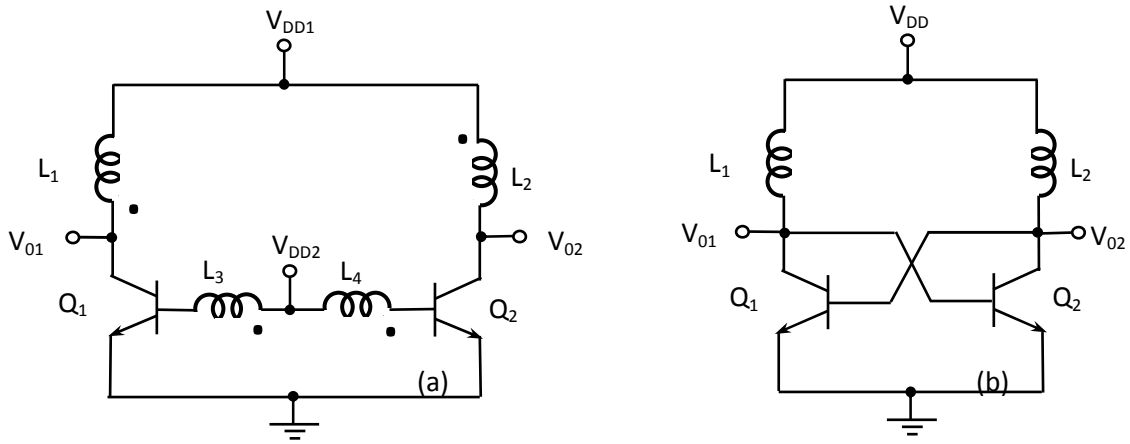


Figura 1: Osciladores de baixa tensão: (a) com 4 indutores; (b) com 2 indutores

O circuito da Figura 1(a) é capaz de trabalhar com uma alimentação tão baixa quanto 100 mV. A principal idéia é a relação invertida de espiras, com maior número de espiras nas bases do que nos coletores

dos transistores, permitindo que uma variação de tensão nos coletores induza a uma maior tensão na base, suficiente para manter a oscilação.

O circuito da Figura 1(b) é mais simples, porém a alimentação está limitada a aproximadamente metade de VBE (ou a Vt, caso sejam utilizados transistores MOSFET).

Para ambos os circuitos, a oscilação é vinculada à energia armazenada no indutor ligado à base do transistor. Essa energia é dissipada pela resistência dinâmica da base. O transistor trabalha no limiar de condução e uma vez que a corrente atinja valores pequenos demais para manter a condução, o transistor muda de estado, de saturado para corte. A súbita variação transmite energia para o indutor da base do outro transistor, permitindo o reinício do processo.

Este trabalho descreve os resultados de montagens e simulações de variações dos osciladores de baixa tensão acima descritos.

2. Descrição das Atividades

As atividades deste trabalho de Iniciação Científica possuem duas partes principais, uma para cada configuração do oscilador.

2.1. Oscilador com 2 Indutores

A fim de analisarmos o comportamento do circuito, realizamos as seguintes atividades:

2.1.1. Simulações utilizando o software OrCAD PSpice

Foram realizadas simulações do circuito proposto no software OrCAD PSpice. O objetivo era compreender o funcionamento através da variação de parâmetros e componentes visando minimizar custo e tempo gastos com a construção de protótipos. A Figura 2 ilustra o circuito simulado. Os resistores em série modelam as perdas dos indutores. Os resistores em paralelo foram colocados para permitir a convergência da simulação, como recomenda o manual do software.

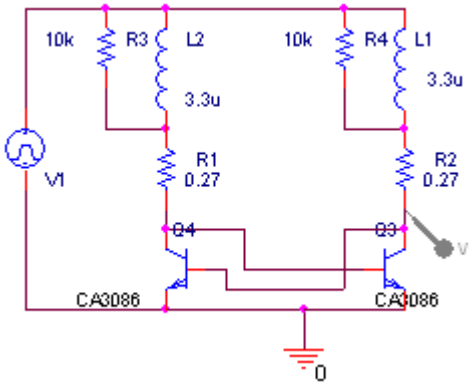


Figura 2: Oscilador com 2 indutores

2.1.2. Montagem experimental

Foi montado o protótipo do circuito com dois indutores com o objetivo de coletarmos alguns dados experimentais e compararmos com aqueles resultantes de simulações. Para isso, utilizamos o protoboard, uma fonte de tensão variável, o circuito integrado CA3086 (que possui transistores bipolares dos quais utilizamos dois, que possuíam coletores nos pinos 1 e 5, bases nos pinos 2 e 4 e emissores no pino 3) e associações de indutores de 3,3 µH.

2.1.3. Estudo do comportamento do circuito a partir dos resultados experimentais e simulados

Tendo coletado dados experimentais através da montagem do circuito, foi possível compará-los com os resultados previstos quando realizadas as simulações no software OrCAD PSpice.

2.2. Oscilador com 4 Indutores

Para a configuração do circuito com 4 indutores, realizamos simulações no software OrCAD Pspice de uma configuração com transistores MOSFET com o objetivo de obtermos 1 mW no resistor de carga (R8) através de modificações nos valores de indutância. A Figura 3 ilustra o circuito simulado. Este circuito é uma modificação da configuração da Figura 1(a) com a introdução de um bloco de partida, o que permite que o circuito seja alimentado por uma fonte única de baixa tensão.

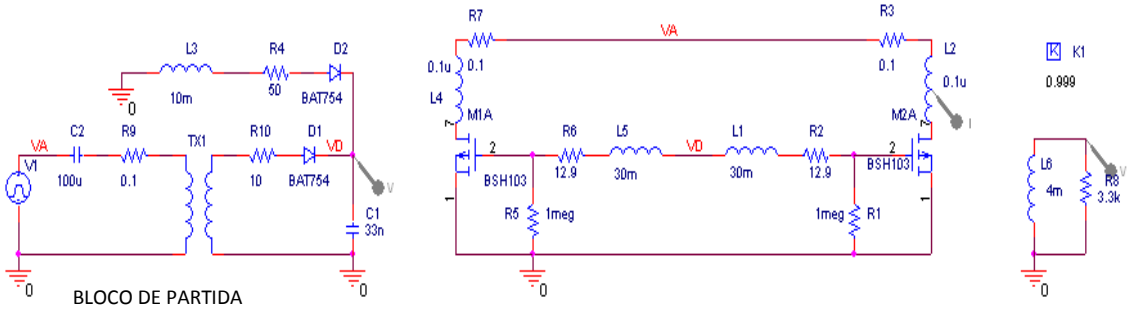


Figura 3: Oscilador com 4 indutores

3. Resultados

3.1. Oscilador com 2 Indutores

3.1.1. Simulações utilizando o software OrCAD PSpice

Foram realizadas simulações, em que, mantendo-se os valores de indutância em 3,3 µH, variava-se o valor da tensão de alimentação e coletava-se o valor da freqüência da onda de saída (Tabela 1).

Além disso, foram obtidas as freqüências de oscilação quando os indutores eram resultados de associações de 3,3 µH (em série e paralelo). Os resultados obtidos constam na Tabela 2. A Figura 4 ilustra a forma de onda típica de oscilação.

Tabela 1: Tensão x Freqüência quando os indutores valiam 3,3 µH, obtida através de simulação no OrCAD

V(mV)	Freqüência (kHz)
600	716
625	587
650	486
675	418
700	369
725	318
750	307

Tabela 2: Indutância x Tensão Mínima obtido através de simulação no OrCAD Pspice

L (µH)	$R_{série}$ (mΩ)	V_{DD} (mV)
1,1	90	800
1,65	135	750
3,3	270	625
6,6	540	600
9,9	810	550

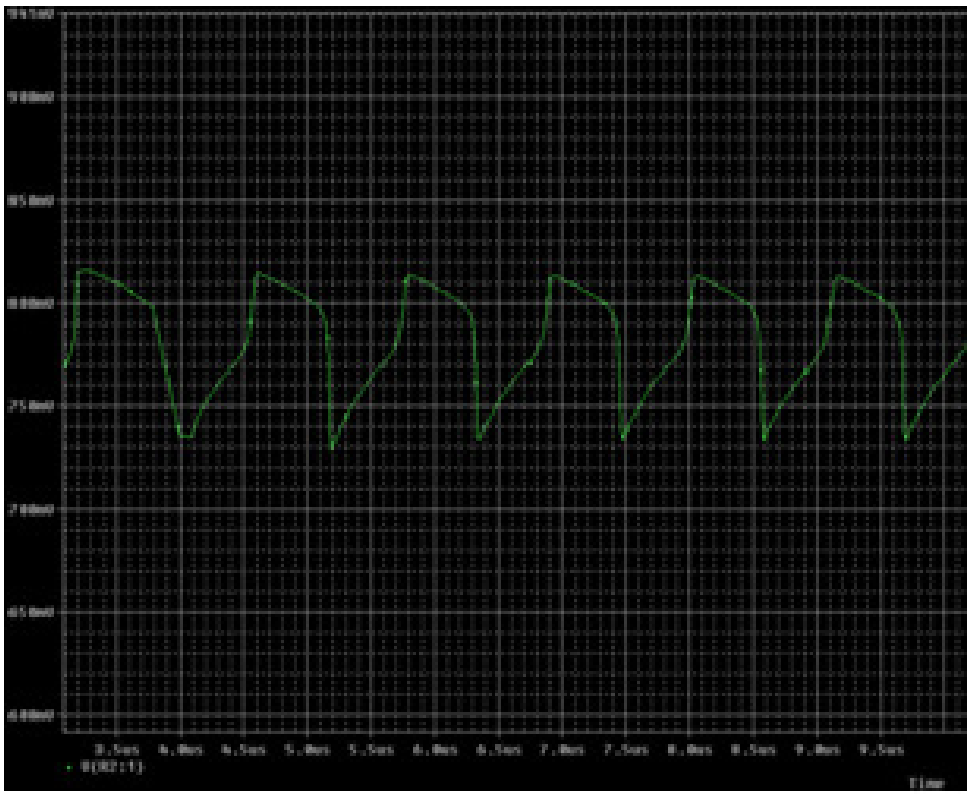


Figura 4: Forma de onda da tensão de saída quando os indutores valiam 3,3 µH, obtida através de simulação no OrCAD Pspice

3.1.2. Montagem experimental

Com o circuito montado no Protoboard, variamos a tensão a fim de obtermos o menor valor possível em que houvesse um sinal oscilatório na saída, para diferentes valores de indutância. Além disso, mantidos os valores de indutância em 3,3 µH, foram aplicados diversos valores de tensão e medida a freqüência da onda de saída correspondente. Os resultados constam nas Tabelas 3 e 4. A Figura 5 ilustra a forma de onda da oscilação obtida experimentalmente.

Tabela 3: Indutância x Tensão Mínima obtido experimentalmente

L (µH)	V_{DD} (mV)
1,1	482
1,65	462
3,3	441
6,6	422
9,9	412

Tabela 4: Tensão x Frequência obtido experimentalmente

V_{DD} aplicado (mV)	V_{DD} medido (mV)	Frequência (MHz)
0,70	0,698	1,3320
0,65	0,648	1,5416
0,60	0,599	1,8332
0,55	0,558	2,2672
0,50	0,500	3,0115
0,45	0,452	5,0954

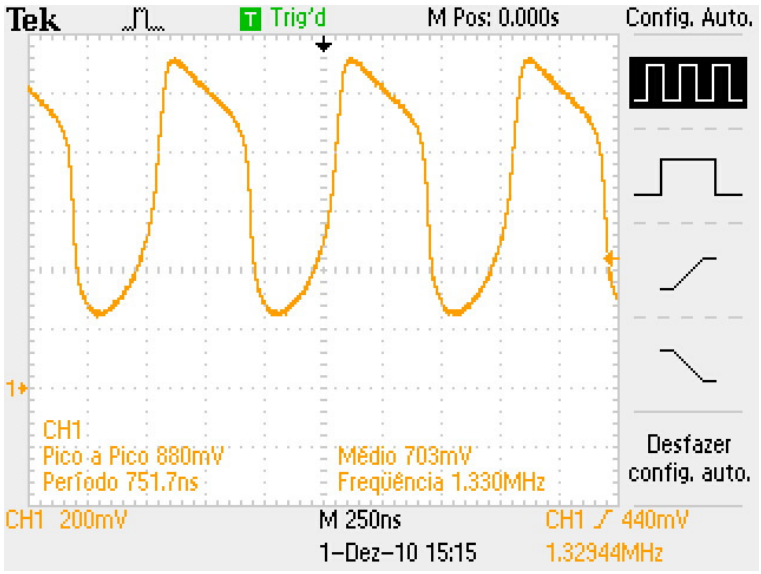


Figura 5: Forma de onda da tensão de saída quando os indutores valiam 3,3 µH, obtida através da montagem do circuito

3.1.3. Estudo do comportamento do circuito a partir dos resultados experimentais e simulados

Para efeitos de comparação, foram plotados os gráficos representativos dos resultados experimentais e dos simulados de ambas as medições descritas acima:

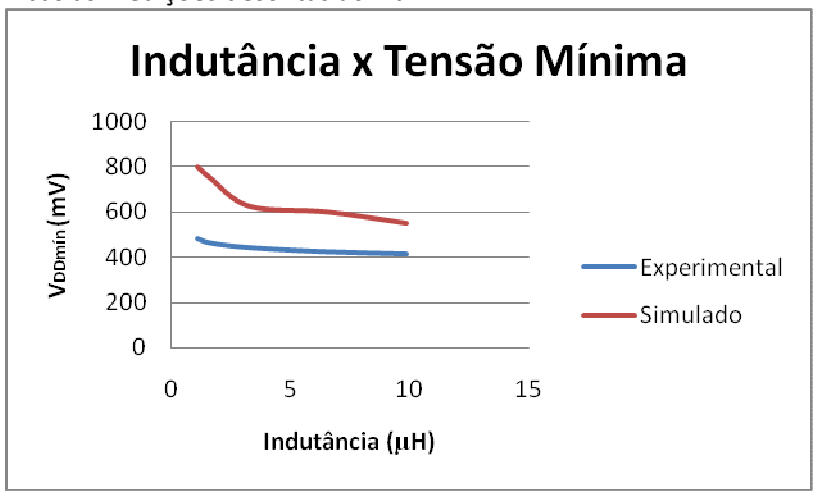


Figura 6: Gráfico Medição/Simulação da tensão mínima necessária para que ocorresse oscilação na saída - Circuito com dois indutores

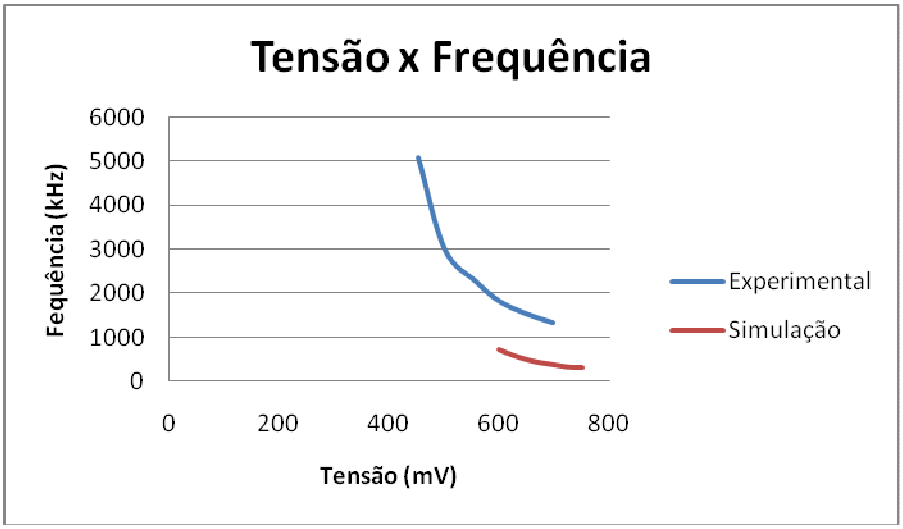


Figura 7: Gráfico Medição/Simulação da freqüência com relação à tensão aplicada – Circuito com dois indutores de 3,3µH

3.2. Oscilador com 4 Indutores

Através das simulações do oscilador com 4 indutores, foi possível manipular as indutâncias para alcançar uma tensão de saída com o valor desejado. O resultado obtido pode ser visto na forma de onda da Figura 8.

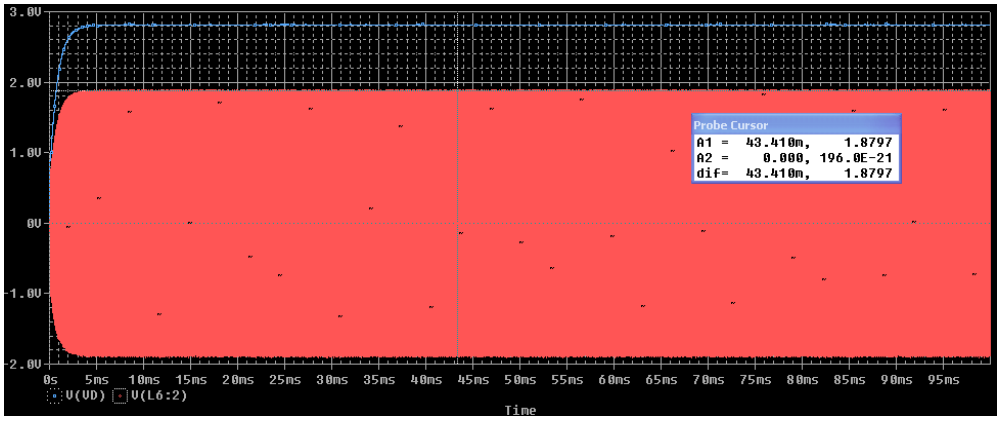


Figura 8: Tensões de entrada (em azul) e de saída (em vermelho) do circuito oscilador com 4 indutores e transistores MOSFET

4. Conclusões

Experimentos e simulações foram realizados para maior entendimento do oscilador com 2 indutores. A freqüência de oscilação deste circuito é inversamente proporcional à tensão de alimentação. Isto pode ser explicado pela variação da resistência dinâmica, que é inversamente proporcional a esta tensão. À medida que a tensão de alimentação diminui, aumenta a resistência pela qual o indutor irá descarregar, diminuindo o período de oscilação e conseqüentemente aumentando a freqüência. Este comportamento pode ser utilizado para a construção de um oscilador controlado por tensão (VCO).

Uma hipótese para a diminuição da tensão mínima de oscilação com o aumento da indutância é que a maior energia armazenada neste caso consegue manter um maior nível de tensão na base e com isso manter

a condução do transistor mesmo com tensão de polarização menor. Há, portanto um compromisso entre o tamanho do indutor e a tensão mínima de operação.

As formas de onda simuladas e experimentais são semelhantes, com exceção de um pico negativo no resultado simulado, não encontrado no experimento. Provavelmente esta diferença se deve às perdas magnéticas, não modeladas na simulação.

Pudemos perceber que a melhor representação para o circuito com dois indutores é aquela que utiliza dois resistores vinculados ao indutor, um em série e outro em paralelo, pois, através desta representação, foi possível chegar a resultados próximos da realidade, que apesar de possuírem valores diferentes daqueles coletados com a montagem do protótipo, seguiram o mesmo comportamento destes. Com isso, é possível concluir que a simulação oferece uma boa alternativa à construção do protótipo deste circuito, no entanto, ainda é necessário fazer alguns ajustes buscando uma maior proximidade dos resultados.

Uma possível explicação para as diferenças entre resultados simulados e experimentais do oscilador de 2 indutores é o modelamento do transistor nas condições de operação e do comportamento não-linear do circuito magnético. Como futuro trabalho pode-se verificar se as equações de Ebers-Moll são válidas nesta situação extrema de operação.

Já para o oscilador com quatro indutores, o trabalho mostrou que o circuito mais eficaz é aquele que se utiliza de transistores MOSFET, pois sua primeira versão, utilizando transistores bipolares de junção, apesar de diversas tentativas de adaptação, não apresentou o resultado desejado. Com o circuito utilizando transistores MOSFET, conseguimos melhorar a tensão de saída obtida inicialmente, ajustando-se os valores dos indutores, o que nos leva a crer que o circuito possui potencial para ser otimizado, tendo em vista que o modelo aqui apresentado ainda não é viável em virtude da grande diferença dos valores dos indutores, necessária para alcançarmos o resultado desejado.

Agradecimentos

Agradeço a Marcos Pimentel, Carlos Oliveira e Antonio Telles a oportunidade de crescimento acadêmico que me foi oferecida neste período em que estive pesquisando sobre o tema deste trabalho. Ao último, principalmente, gostaria de agradecer a paciência e a dedicação ao auxiliar-me na pesquisa e na execução do que foi aqui apresentado.

Além disso, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e ao Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, que através da bolsa PIBIC possibilitaram a execução desta pesquisa.

Gostaria de expressar meus agradecimentos também às pessoas que indiretamente estiveram ligadas a este projeto, como Vagn'er Pardinho, Rodrigo Souza, Rafael Cortês, Guilherme Miranda e José Roberto Meroni.

Bibliografia

Smith, K. C. e Sedra, A. S. Microeletrônica, 5a edição, Prentice – Hall
Johnson, D. E.; Hilburn, J. L. e Johnson, J. R. Fundamentos de Análise de Circuitos Elétricos, 4ª edição, LTC
Sen, P. C. Principles of Electric Machines and Power Electronics, 2ª edição, John Wiley
Bim, E. Máquinas Elétricas e Acionamento, 1ª edição, Campus
Telles, A. C. C.; Finco, S. e Pimentel, M. B. C. An Ultra Low Voltage Oscillator for Energy Harvesting
Zubelli, J. P.; Silva, M. e Pastore, D. H. Tutorial para MATLAB - Curso de Métodos Matemáticos em Finanças I

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO E TESTE ELÉTRICO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS COM ÊNFASE EM CONVERSORES ANALÓGICO-DIGITAIS

Guilherme O. D. Miranda; Carlos R. M. de Oliveira; Vagner P. Pardinho; Rodrigo F. de Souza; Nailson A. de Carvalho; Marcos Pimentel
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Qualificação e Análise de Produtos Eletrônicos - DAPE
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{guilherme.miranda; carlos.oliveira; vagner.pardinho; rodrigo.souza; nailson.carvalho; marcos.pimentel}
@cti.gov.br

Resumo

Este trabalho visa o estudo de técnicas e métodos de caracterização e teste de circuitos eletrônicos, tendo como foco principal os circuitos ADC, ou, Conversores Analógico-digitais. O objetivo é, primeiramente, a análise e aprendizado de técnicas gerais de testes para dispositivos eletrônicos. Na seqüência, a abordagem da teoria e prática da construção, comportamento e, metodologias de testes para Conversores A/D. Tendo início por um estudo detalhado sobre construção, parâmetros e técnicas de testes de ADCs e, em seguida, a aplicação de tais conceitos na prática, utilizando-se dos equipamentos do laboratório, com ênfase principal no testador automático de laboratório, neste caso, um Micro Flex Teradyne.

Palavras chave: Conversores Analógico-digitais, Caracterização elétrica, Testes elétricos.

1. Introdução

Para uma infinidade de diferentes aplicações, se é necessária a monitoração e manipulação de grandezas físicas como temperatura, pressão, tempo, deslocamento, massa e etc. Através da devida instrumentação eletrônica, tais grandezas podem ser representadas através de sinais elétricos analógicos, em forma de tensões ou correntes. No entanto, computadores e microcontroladores trabalham apenas com sinais digitais e, portanto, para que as grandezas acima citadas possam ser manipuladas por tais dispositivos, suas informações devem se adequar às especificações necessárias.

Os Conversores Analógico-Digitais (A/D), ou simplesmente ADCs, são dispositivos eletrônicos capazes de realizar tal interfaceamento. Ou seja, são dispositivos que, ao receber como entrada um sinal analógico, emitem como saída um sinal digital equivalente. São dispositivos de extrema importância na atualidade, já que são a ponte entre o real mundo analógico e o prático e rápido mundo do processamento de sinais digitais.

Assim, devido à tamanha responsabilidade, o seu teste é de extrema importância e particularmente complexo em virtude da coexistência no mesmo componente de sinais de características muito diferentes. Um aspecto especialmente relevante é a caracterização funcional dos conversores através da extração de parâmetros obtidos a partir da análise dos códigos de saída gerados em resposta a estímulos conhecidos.

2. Resumo Teórico

2.1. Testes gerais de dispositivos eletrônicos

2.1.1. Categorias de Teste

a) Caracterização

Usado após a fabricação do wafer, este procedimento é essencial para levantar as especificações do componente, ou seja, determinar em que faixa de valores ele terá seu funcionamento adequado ou avaliar o processo de fabricação do circuito integrado.

b) Produção

Todos os chips fabricados são submetidos a testes de produção. Este teste é rápido, sem repetições, e serve para verificar as especificações relevantes do componente em condições normais de operação, utilizando o critério GO/NO GO (passa/não passa).

c) Burn-in

Comumente usado para processos de fabricação de C.Is que ainda não estão no mercado ou para aqueles cuja tecnologia de fabricação foi alterada. Este teste consiste em submeter os componentes uma combinação de testes funcionais, condições de altas temperaturas e alimentação com sobrecarga de tensão. O teste de Burn-in verifica dois tipos de falhas isoladas: A falha Freak Failures, na qual os componentes sofrem do mesmo mecanismo de falha daqueles que são confiáveis. Com tempo de duração de Burn-in longo (100-1000 h). E a Mortalidade infantil, geralmente causada por uma combinação de design sensível e variação no processo de fabricação, detectado com um período de curta duração de Burn-in (10-30 h).

2.1.2. Tipos de Testes

a) Teste Funcional

Importante para verificar se o componente esta de acordo com a função para a qual foi projetado, por exemplo, em CIs digitais o teste funcional consiste em aplicar uma seqüência de sinais lógicos (“0” e “1”) nas entradas do circuito, e comparar a saída com o resultado esperado.

b) Teste Paramétrico DC

Neste teste utiliza-se uma tensão ou corrente constantes, não alternada, para se medir e conferir especificações do Datasheet do componente é um teste essencial para a análise do funcionamento do dispositivo.

c) Teste Paramétrico AC

O teste paramétrico AC é realizado ajustando os valores adequados de tempo e os valores dos sinais definidos nas especificações do componente. Depois uma seqüência de vetores de teste é executada que exercita as funções necessárias para assegurar que todos os parâmetros de tempo do dispositivo estão de acordo com o especificado. Um resumo das categorias de testes está esquematizado na Figura 1.

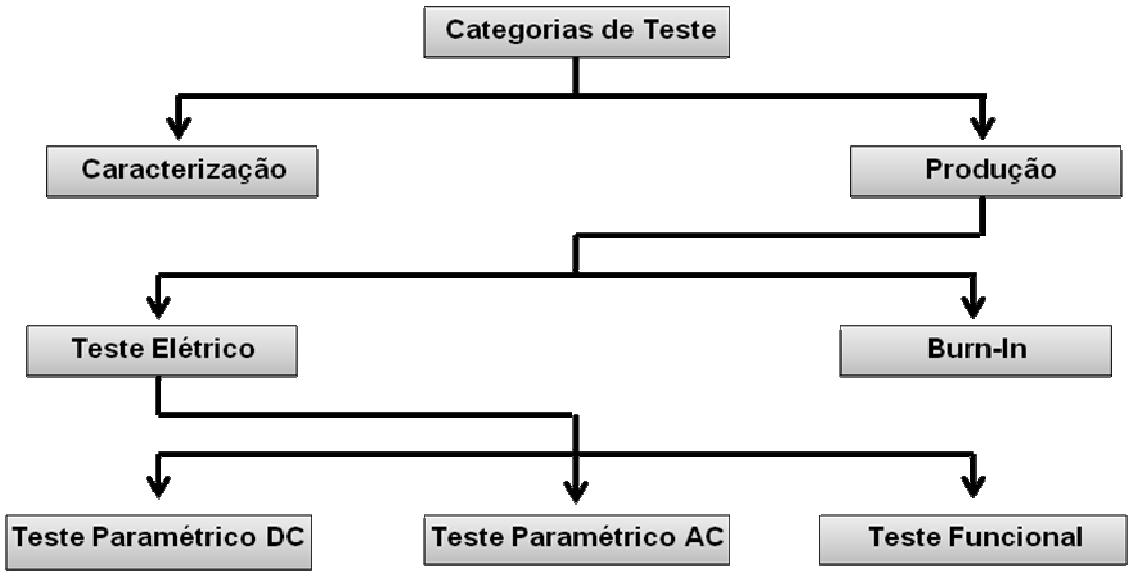


Figura 1 – Categorias de Testes para dispositivos eletrônicos

2.2. Tecnologias de construção de ADCs

Com relação à construção, os ADCs podem ser divididos em diversas diferentes tecnologias. Cada uma indicada para um diferente tipo de situação, de acordo com seus pontos positivos e negativos.

Por exemplo, quando se é necessária a conversão de sinais analógicos extremamente rápidos para a forma digital ou, a conversão de sinais em aplicações muito complexas, é preciso que se utilize de conversores A/D extremamente rápidos. Por outro lado, processos de controle de máquinas e, eletrônica de consumo e automação nem sempre exigem conversores rápidos. Neste caso, pode ser muito mais importante a linearidade e a definição. Os projetistas que hoje desejam fazer o projeto de uma placa de aquisição de dados, de um controle industrial ou mesmo uma automação mais simples podem contar com uma infinidade de conversores A/D.

Quanto à construção, eles podem ser divididos basicamente em dois grupos, os integradores e os não integradores. Como principais vantagens, pode-se citar que os integradores possuem boa imunidade a ruídos e, os não integradores maior velocidade de conversão. Como exemplos:

- Não integradores: ADC por Aproximações Sucessivas, Comparador Paralelo e, em Rampa tipo Contador.
- Integradores: ADC de Rampa Única e, de Rampa Dupla.

2.3. Características principais de ADCs

Serão chamadas de características principais de Conversores A/D as qualidades intrínsecas do dispositivo em questão, características essas que, determinam sua potência e eficiência de conversão. As principais são:

- Faixa Dinâmica: É a faixa de amplitude de operação do sinal analógico (em geral uma tensão) dentro da região de trabalho (linear) do conversor.
- Resolução: É o valor da faixa que diferencia um nível de tensão do outro dentro da faixa dinâmica e, depende diretamente do números de bits que o conversor oferece na saída.
- Tempo de Conversão: É o tempo necessário para se obter o valor na saída a partir do momento em que o sinal de entrada foi aplicado e iniciado o processo de conversão.
- Número de Saídas ou Bits: Número de bits na saída do conversor.

2.4. Parâmetros fundamentais

Com o propósito de caracterização, são testados nos dispositivos ADC seus parâmetros fundamentais que, são erros ou simplesmente discrepâncias encontradas nas características do conversor em questão quando comparadas às do modelo ideal. Os parâmetros podem ser divididos basicamente em dois tipos: os parâmetros estáticos e os parâmetros dinâmicos.

2.4.1. Parâmetros Estáticos

- Erro de Ganho

Este valor corresponde ao desvio relativo entre os declives das retas associadas à função de transferência ideal e real. A Figura 2 exemplifica o parâmetro.

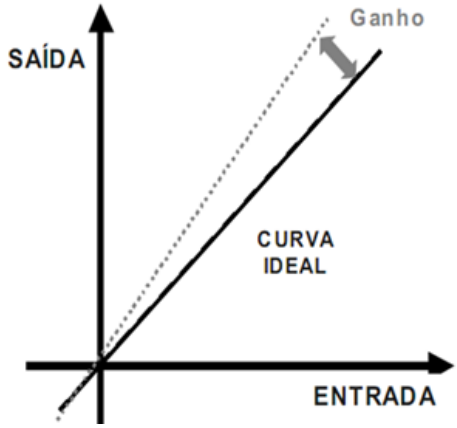


Figura 2 – Curva exemplo para o Erro de Ganho

- Erro de Offset

O Erro de Offset pode ser definido como uma variação horizontal uniforme de todos os pontos da curva de resposta do conversor A/D. A Figura 3 exibe um exemplo.

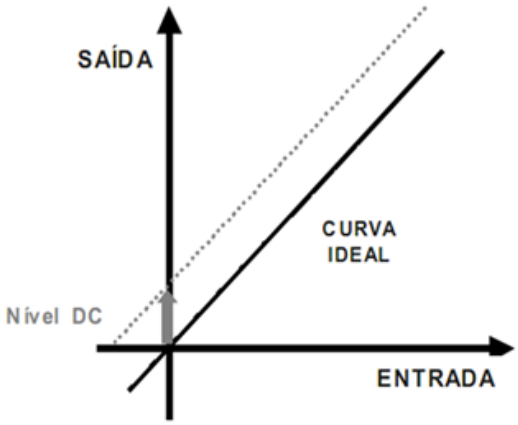


Figura 3 – Curva exemplo para o Erro de Offset

- Erro de Linearidade Diferencial (DNL)

É a diferença entre a largura real da faixa entre duas transições e seu valor ideal. Para um melhor entendimento, a Figura 4 exemplifica o parâmetro.

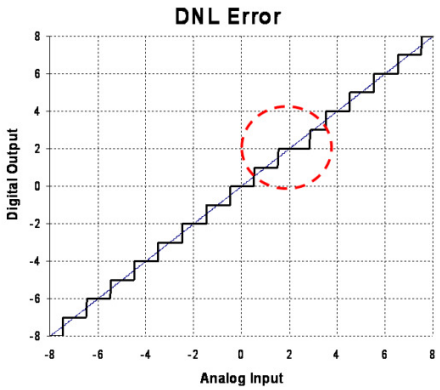


Figura 4 – Curva Exemplo para o DNL

- Erro de Linearidade Integral

É a diferença entre a inclinação da reta que une o centro de duas faixas entre transições reais e seu valor para o caso ideal, como pode ser conferido na Figura 5.

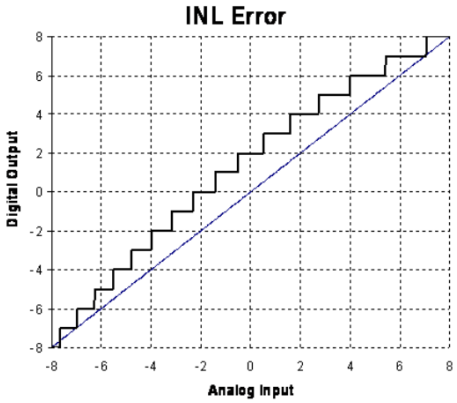


Figura 5 – Curva Exemplo para o INL

2.4.2. Parâmetros Dinâmicos

- Relação Sinal-Ruído (Signal-to-Noise Ratio - SNR)

A Relação Sinal-Ruído (Signal-to-Noise Ratio - SNR) de um conversor A/D ideal é definida como a razão entre o valor efetivo do sinal de entrada e o valor efetivo do ruído de quantização intrínseco ao processo. Um exemplo pode ser conferido na Figura 6.

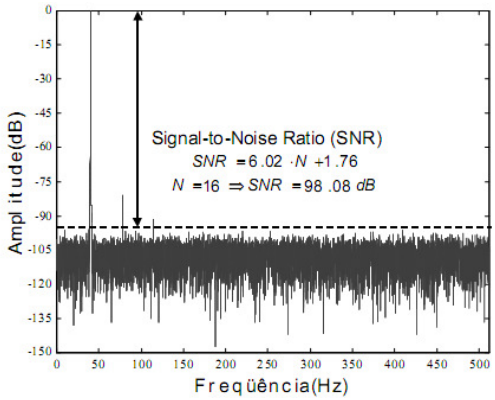


Figura 6 – Exemplo para o SNR

- Relação Sinal-Ruído e Dispersão (Signal-to-Noise and Distortion Ratio – SINAD)

A Relação Sinal-Ruído e Dispersão (Signal-to-Noise and Distortion Ratio – SINAD) é conceitualmente bastante semelhante à SNR. A diferença é que nesta, considera-se além do ruído do sinal, suas componentes harmônicas, como pode ser visto na Figura 7.

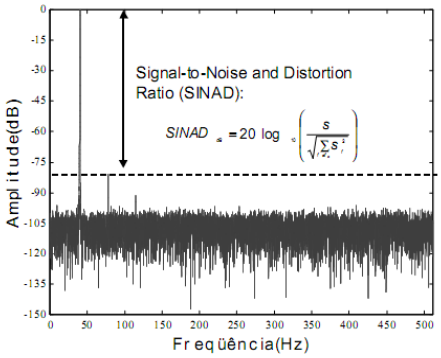


Figura 7 – Exemplo para o SINAD

- Número Efetivo de Bits (Effective Number of Bits - ENOB)

O Número Efetivo de Bits (Effective Number of Bits - ENOB) é o parâmetro de avaliação da resolução efetiva do conversor analógico-digital real. A Figura 8 ilustra o parâmetro em questão.

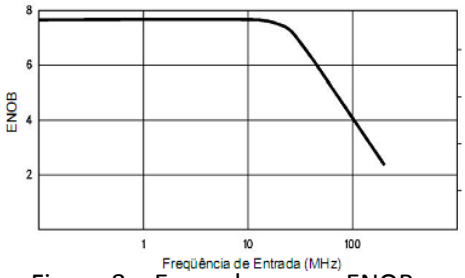
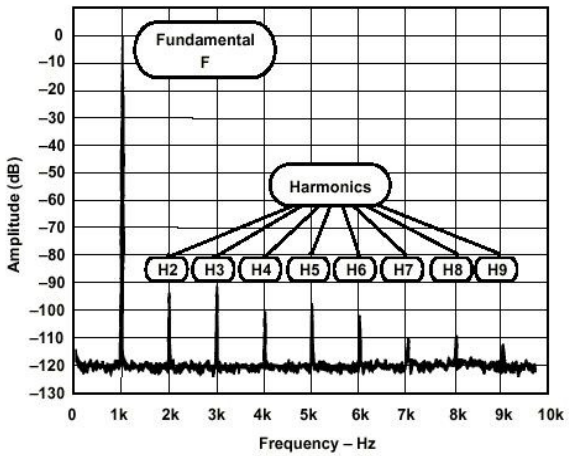


Figura 8 – Exemplo para o ENOB

- Distorção harmônica total (Total Harmonic Distortion - THD)

A distorção harmônica total (Total Harmonic Distortion - THD) relaciona o somatório do valor RMS das amplitudes das harmônicas presentes no sinal de saída do conversor com a amplitude do sinal de entrada e, com isso, descreve a degradação da relação sinal-distorção causada pela distorção harmônica. Para um melhor entendimento, segue um esquema ilustrativo na Figura 9.



$$SNR\ (dB) = 20 \times \log \frac{E_F}{E_N}$$

$$THD\ (dB) = 20 \times \log \frac{\sqrt{E_{H2}{}^2 + \ldots + E_{H9}{}^2}}{E_F}$$

$$THD+N\ (dB) = 20 \times \log \frac{\sqrt{E_{H2}{}^2 + \ldots + E_{H9}{}^2 + E_N{}^2}}{E_F}$$

$$SINAD = SNR + D = \frac{1}{THD + N}$$

Figura 9 – Exemplo para o THD

- Intervalo Dinâmico Livre de Componentes Espúrias (Spurious Free Dynamic Range - SFDR)

O Intervalo Dinâmico Livre de Componentes Espúrias (Spurious Free Dynamic Range - SFDR) é a relação entre a amplitude da freqüência fundamental e a maior magnitude de uma componente harmônica ou sinal espúrio observado. A Figura 10 exemplifica esta análise.

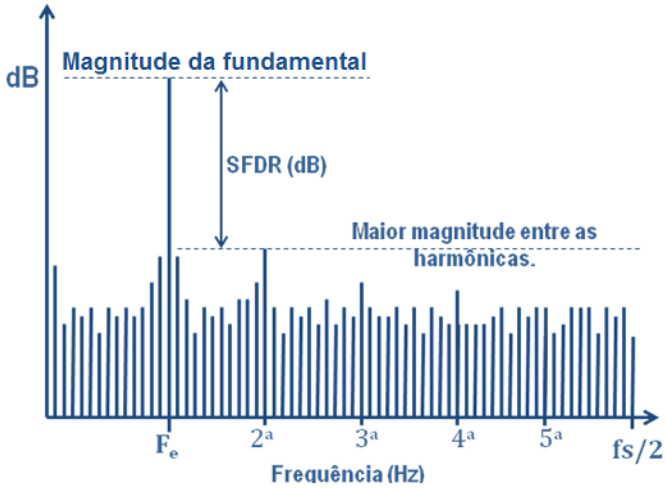


Figura 10 – Exemplo para o SFDR

2.5. Métodos de testes para Conversores A/D

Pode-se dividir os métodos de teste para conversores A/D em dois grandes grupos: os métodos de Densidade de Transição de Código (Code Density Transition), cujo principal representante é o método do Histograma Linear, que avalia principalmente as características estáticas de ADCs e, os métodos de Análise Espectral da saída do conversor, que avaliam principalmente as características dinâmicas dos dispositivos, dentre os quais se destacam os baseados na FFT (Transformada Rápida de Fourier).

Como um resumo, a Figura 11 representa os tipos de testes para a caracterização acima citados e, os parâmetros com eles obtidos de forma geral. Ainda que, deva-se ressaltar que apesar desses métodos serem aplicáveis para a maior parte dos conversores A/D, conversores de alta resolução ou alta velocidade que, apresentam arquiteturas específicas, requerem métodos específicos de testes.

A figura 11 reforça a idéia da complexidade para a implementação de um sistema que possibilite a caracterização completa dos conversores A/D, pois isso só se torna viável através da realização de dois métodos diferentes: um baseado no método do histograma (caracterização estática) e um baseado em análise espectral (caracterização dinâmica). Para uma otimização dos sistemas de teste de ADCs, seria necessário o desenvolvimento de um método que permitisse a avaliação tanto de parâmetros estáticos quanto de parâmetros dinâmicos. Mais ainda, o método otimizado ideal deveria apresentar um baixo custo e simplicidade de implementação, possibilitando assim sua utilização como sistema BIST, que é o auto-teste integrado, ou seja, o acoplamento do circuito de teste ao chip do próprio dispositivo a ser testado.

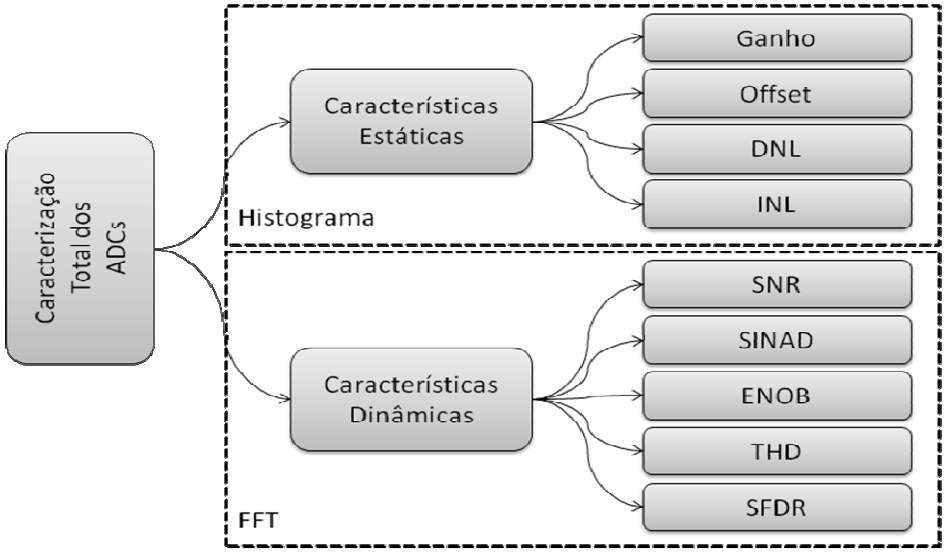


Figura 11 – Resumo das metodologias de testes para ADCs e suas principais finalidades

2.5.1. Método do Histograma Linear

O método do Histograma Linear consiste na aplicação de um sinal de estímulo de teste à entrada do conversor e conseqüente contagem do número de ocorrências de cada código de saída. O sinal de estímulo deve ser um cuja função densidade de probabilidade seja conhecida, de forma que a distribuição das ocorrências dos códigos de saída seja o mais próxima possível daquela, sendo que os eventuais desvios podem indicar falhas na operação do dispositivo.

Assim, se um conversor analógico-digital for excitado por um sinal repetitivo, com uma função de densidade de probabilidade uniforme, como, por exemplo, uma rampa, sua saída também seguirá esta função de densidade de probabilidade. Caso haja alguma alteração na função do sinal de saída, pode-se afirmar a presença de falha no conversor em teste. E ainda, pode-se afirmar que, estas variações de códigos são diretamente proporcionais aos erros de não-linearidade dos conversores.

Para que os resultados obtidos sejam estatisticamente satisfatórios, esta técnica de teste necessita de muitas amostras do sinal e, portanto, um longo tempo de teste.

2.5.2. Método da Análise Espectral

Os métodos baseados em FFT geralmente são mais rápidos do que os baseados em medidas estáticas. Entretanto, alguns tipos de erros, como códigos inexistentes (missing codes), críticos para aplicações de controle, são identificados apenas como ruído para testes de FFT, razão pela qual se é necessária a utilização de ambos os métodos de testes.

3. Atividades

3.1. Atividades Desenvolvidas

Inicialmente, foi feito um estudo focado em se obter os conhecimentos básicos a respeito de testes e parâmetros de dispositivos eletrônicos digitais. Estudo este, que se viabilizou através de materiais disponíveis na internet e, principalmente, do relatório de trabalho de um projeto com foco neste assunto realizado neste laboratório. Neste estudo foram-se vistos os parâmetros de tensão e corrente para um dispositivo eletrônico,

famílias lógicas de circuitos integrados eletrônicos, categorias e tipos de testes e, ainda, uma breve introdução teórica sobre funções e características dos principais equipamentos presentes no laboratório.

Com isso, pôde-se partir para a segunda etapa deste trabalho, onde os conceitos adquiridos de forma teórica foram aplicados de forma direta em testes experimentais com componentes reais, utilizando-se dos equipamentos de teste de laboratório previamente estudados. Mediram-se diversos parâmetros DC de alguns diferentes circuitos integrados com o interesse de avaliar seu funcionamento, comparando os dados encontrados com os valores especificados pelos fabricantes. Tais testes foram realizados utilizando-se principalmente dois equipamentos específicos de laboratório, o HP 4145B e o Agilent B1500A, ambos Analisadores de Parâmetros de Semicondutores, com a diferença de que o segundo equipamento citado é mais atual e funcional.

Passada esta parte inicial, pôde-se partir para a etapa onde o foco é o principal objetivo deste projeto, a abordagem dos Conversores Analógico-digitais.

Aqui, nesta etapa, realizou-se um detalhado estudo teórico geral sobre os Conversores. Abrangendo, primeiramente, tecnologias de construção para conversores analógico-digitais, detalhando cinco das principais estruturas que são atualmente utilizadas. Em seguida, partiu-se para o estudo dos parâmetros fundamentais relacionados aos ADCs. E, em seguida, o foco do estudo foram os testes propriamente ditos, tratando basicamente dos tipos, vantagens de cada método e, procedimentos.

E então, como último trabalho até então realizado neste projeto, foi realizada uma apresentação para os orientadores e pessoas envolvidas neste projeto, referente aos conceitos estudados, com a finalidade de, além de se transmitir o conhecimento adquirido, fixá-lo e tentar esclarecer qualquer tipo de questão a ele envolvido. Em seguida, criou-se um documento escrito contendo todas as informações estudadas, de forma a gerar um material de estudo para futuros interessados no assunto.

3.2. Atividades Futuras

Como futuras atividades, planeja-se primeiramente a pesquisa de jigas de teste para ADC já estudadas ou então em desenvolvimento, com o interesse em estudá-las de forma detalhada e então compará-las, buscando as formas mais eficiente de testes que podem ser implementadas com os equipamentos disponíveis no laboratório.

Na seqüência, planeja-se a realização de um treinamento com o testador automático existente no laboratório, o Teradyne ATE, tendo com intenção a familiarização e aprendizagem do funcionamento desta importante ferramenta de testes que será utilizada futuramente neste projeto.

Em seguida, a idéia seria aplicar os métodos já selecionados, primeiramente em testes de bancadas, para que, posteriormente, se possa aplicá-los no testador automático Teradyne.

Já testadas as jigas de testes selecionadas como foco desta parte do projeto, atentando para a eficiência e confiabilidade de cada método, se poderá selecionar quais técnicas melhor se saíram nas análises. Para que, por fim, seja possível escolher uma metodologia, ou então, se possa criar uma nova a partir das vistas, para que esta venha a se tornar a técnica padrão de teste a ser utilizada comercialmente no laboratório.

Agradecimentos

Primeiramente, este trabalho só está sendo realizado devido ao auxílio do CNPq, através da bolsa PIBIC que me foi concedida, sendo assim o primeiro agradecimento. Em seguida, gostaria de agradecer a toda a equipe DAPE/CTI pela oportunidade de enorme crescimento acadêmico que me foi oferecida, tornando possível esta pesquisa. Em especial, gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos ao meu orientador Carlos Roberto Mendes de Oliveira, a Marcos Pimentel, Antonio Telles, Vagner Pardinho e Rodrigo Souza, que

estão diretamente envolvidos com este trabalho. Além de, José Roberto Meroni, Rafael Cortês, Leonardo Zorzenon de Carvalho, Márcio Rodrigues, Moacir Schoeps e Laís Bertacco Sampaio que, ainda que não diretamente, colaboram para o desenvolvimento e evolução deste projeto.

Bibliografia

http://www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/689
http://www.newtoncbraga.com.br
Conversores Analógico/Digital e Digital/Analógico – Universidade do Porto (FEUP)
Teste Embarcado de Conversores Analógico-Digitais – Maria da Glória Cataldi Couto Flores
Planejamento de Teste de Sistemas Baseados em Núcleos de Hardware de Sinal Misto Usando BIST – Antonio de Quadros Andrade Júnior
The Fundamentals of Mixed Signal Testing – Soft Test
Smith, K. C. e Sedra, A. S. Microeletrônica, 5a edição, Prentice – Hall
Artigo PIBIC – Lucas Calemes

FERRAMENTAS INFORMATIZADAS PARA A DIFUSÃO DE CONHECIMENTO: O CASO DO PORTAL GAIA-CTI

Felipe Orsini Martinelli; Nanci Gardim
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de empacotamento eletrônico
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas, SP
felipeomartinelli@gmail.com; nanci.gardim@cti.gov.br

Resumo

O artigo visa discorrer sobre a pesquisa de iniciação científica realizada no CTI, a respeito de ferramentas informatizadas para difusão de conhecimento, estudando desde sua história, até os principais tipos disponíveis na atual sociedade informatizada. Trata também do projeto de um novo portal na rede, visando um público que trabalha com difusão de conhecimento.

Palavras chave: Tecnologia da Informação, Web 2.0, Portais Colaborativos, Difusão do Conhecimento

1. Introdução

O GAIA (Grupo de Apoio à Inovação e Aprendizagem em Sistemas Organizacionais) é um grupo multidisciplinar de pesquisa, situado no CTI, que visa o crescimento sustentável de empresas por meio da geração de conhecimento e gestão de capital intelectual. O grupo conta com pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, como comunicação, engenharia, pedagogia, entre outras. Dentre os diversos projetos desenvolvidos por tal grupo, encontra-se a criação de um portal corporativo. Este portal objetiva, de um modo geral, a integração entre instituições de ensino e pesquisa, empresas e governo.

A pesquisa de iniciação científica foi feita paralelamente ao projeto do portal. Foram feitas diversas atividades em auxílio ao desenvolvimento do projeto, desde a concepção de um mapa conceitual, até os testes do sistema em seu desenvolvimento.

Além desta parte prática, foi elaborada uma pesquisa sobre questões conceituais, como o informacionalismo, a web 2.0 e a história da tecnologia da informação. Foi dada uma especial atenção à questão da web 2.0, o que traria uma melhor compreensão do contexto no qual é pretendido que o portal seja inserido. Também foram estudados exemplos das diversas ferramentas informatizadas que podem ser usadas para a difusão de conhecimento, como redes sociais e sites baseados no conhecimento colaborativo, em especial, as ferramentas que podem ser colocadas dentro do portal.

2. Informação e Conhecimento

Ao se efetuar uma análise que envolve a questão da produção de conhecimento, é importante haver uma definição do que vem a ser a informação e o conhecimento. Tal proposta, no entanto, é demais complexa, fugindo ao propósito do que é aqui escrito. Mesmo assim, será feito um breve comentário a respeito dos dois termos, partindo-se da idéia de que sejam conceitos distintos, porém, com grande relação entre si.

Como aponta Soffner em sua tese de doutorado, muitos pesquisadores utilizam os termos “informação” e “conhecimento” como similares, apesar de não o serem (SOFFNER, 2005, p. 6).

Ter informação não quer dizer ter conhecimento. O termo informação possui diversos significados, muitos deles diferentes entre si, de acordo com a área de conhecimento que se consulta (CAPURRO;

HJORLAND, 2007). Vendo o termo em um contexto mais técnico de desenvolvimento de sistemas de comunicação, ele é colocado como um conjunto de dados que deve ser transmitido de um emissor para um receptor, através de uma mensagem que percorre um meio (SHANNON, 1975). Esta afirmação, vinda da Teoria Matemática da Comunicação de Shannon e Weaver, coloca, em outras palavras, a informação como um conjunto de dados, o que é válido para a análise. Pode-se entender a informação, em um sentido mais amplo, como um conjunto de dados que podem adquirir significação. Pode-se dizer também da informação como dados devidamente tratados, por técnicas estatísticas, tratamentos matemáticos ou organizadas de acordo com um critério definido (SILVEIRA, 2006).

Já o conhecimento, seguindo o pensamento idealista-subjetivista, surge "quando dados fornecidos pelo sistema sensorial do ser humano são processados e integrados pela sua mente e se transformam em informações que exprimem enunciados sobre a realidade" (SOFFNER, 2005, p. 11). De uma perspectiva da Psicologia Social, o conhecimento é o sentido que damos a uma informação, como a combinamos (MARASCHIN, AXT, 1998). Em ambas as definições, há o fato de que o conhecimento provém da informação, sendo esta de grande importância para as ferramentas tecnológicas.

3. O Informacionalismo

Ao olhar para a sociedade contemporânea, a informação possui grande destaque, como já foi colocado anteriormente. O sociólogo espanhol Manuel Castells argumenta que, de maneira resumida, o antigo industrialismo começou a dar lugar a um novo modelo de desenvolvimento social intitulado informacionalismo, no qual a ênfase dada ao crescimento econômico passou para o desenvolvimento tecnológico. Fica, deste modo, a compreensão de que a inovação e o uso de tecnologia tomam um lugar de destaque na produção, o qual antes pertencia ao desenvolvimento industrial (CASTELLS, 2000). Há uma espécie de realimentação entre esta inovação e o uso da tecnologia, através da geração de conhecimento e do processamento de informação, estes tratados anteriormente. Por isso, as tecnologias da informação tomam um papel importante na sociedade.

4. Breve história das tecnologias da informação

A história das tecnologias da informação é muito vasta, com diversas invenções e descobertas relevantes. Aqui serão tratados apenas alguns pontos considerados mais importantes para a questão da difusão do conhecimento.

Inicialmente, dois experimentos merecem destaque dentro do campo da tecnologia da informação, pois trouxeram a idéia de se conectar pessoas com informações em modelos de rede. Trata-se do MINITEL, criado na França e da ARPANET, desenvolvida nos EUA. Cada projeto teve seus propósitos específicos e resultados. O primeiro deles, o MINITEL foi um sistema de videotextos projetado pela Companhia Telefônica Francesa no ano de 1978, e colocado no mercado em 1984. O projeto veio da idéia do governo francês de informatizar a sociedade, tendo sucesso devido a sua simplicidade de uso e acessibilidade ao cidadão comum. No entanto, foi um projeto que se manteve apenas na França (CASTELLS, 2000).

Já a ARPANET, surgiu para fins militares na Agência de Projetos de Pesquisa Avançada do Departamento de Defesa dos Estados Unidos, como um sistema que não podia ser destruído por ataques nucleares, visto que a história passava pelo período da Guerra Fria. A idéia de base do projeto foi de desenvolver uma rede de informação na qual não há um centro. Se um ponto da rede fosse destruído, as mesma informações, que nele estavam disponíveis, poderiam ser acessadas de qualquer outro ponto, ou seja, havia uma descentralização e maior facilidade de acesso à informação. A grande importância deste sistema se deve ao fato de ter dado origem à internet, rede esta que atua na sociedade informacional contemporânea (CASTELLS, 2000).

Algumas idéias também devem ser citadas, devido a sua relevância, como a idealização da máquina Memex por Vannevar Bush e do Augment por Engelbart. O Memex foi uma idéia de se criar um dispositivo capaz de catalogar diversos materiais bibliográficos, e encontrar um texto por meio de indexação. A máquina serviria como auxiliadora da memória humana. Seguindo as idéias de Bush, Engelbart desenvolve a idéia do Augment, o qual, diferente da máquina proposta por Bush, serviria como um expansor do intelecto humano (SOFFNER, 2005). Estas idéias serviram como base para o desenvolvimento de sistemas de hipertexto, estes idealizados por Theodor Nelson, e da web por Berners-Lee, resultando na internet. Como será tratado a seguir, a web se desenvolveu e tomou uma forma que pode ser chamada de geração web 2.0, com sua características próprias.

5. Web 2.0

O termo foi criado e popularizado através de conferências sobre web de duas empresas de tecnologia, a O'Reilly Media e a Media Live Internacional e ganhou diversos sentidos. De acordo com Primo, o termo não se refere apenas a técnicas de informática, “mas também a um determinado período tecnológico, a um conjunto de novas estratégias mercadológicas e a processos de comunicação mediados pelo computador.” (2007, p.1). O'Reilly (2005) aponta, basicamente, sete princípios que podem definir um aplicativo como pertencente de fato a todo este contexto de web 2.0, dos quais será discorrido a respeito de quatro, considerados como relevantes para a criação de um portal corporativo.

Primeiramente, pode-se dizer do princípio de utilizar a web como plataforma. Em outras palavras, desenvolver os aplicativos de modo que possam funcionar por meio de uma conexão com a internet, sem a necessidade de instalação de um programa no computador do usuário (O'REILLY, 2005). Como exemplos, podem ser dados diversos serviços da empresa Google, como o sistema de mapas (http://www.google.com/maps), o buscador (http://www.google.com), ou o serviço de blog (http://www.blogger.com).

Um segundo princípio apontado por O'Reilly trata da questão do posicionamento do usuário com o meio, havendo uma mudança em tal interação. Ao momento em que acessa a web, o usuário que antes apenas lia, passa agora a escrever e interagir com o conteúdo e com outros usuários. Deste modo, ele cria e compartilha novas informações, de maneiras diversas. Há a possiblidade de se criar blogs, de escrever comentários em sites de terceiros, trocar mensagens e, deste modo, interferir na rede de maneira mais ativa do que na chamada web 1.0. Tais informações geradas, como aponta O'Reilly, podem ser usadas por empresas para melhorar um aplicativo e otimizar a experiência do usuário podendo, inclusive, serem usadas para propagandas direcionadas aos interesses do mesmo. Outro possível uso é o de auxiliar o usuário em uma busca. Um bom exemplo de interferência do que é escrito pelo usuário é o sistema de busca da Amazon, que utiliza um mecanismo que leva em conta a avaliação dos usuários e filtra os produtos por ordem de popularidade, o que difere do mecanismo de busca de outra empresa, a Barnes and Noble, no qual há a distribuição apenas de termos pré-estabelecidos pela empresa para cada produto (O'REILLY, 2005).

Seguindo tal ideia de uma maior participação do usuário na internet, em especial a geração de conteúdo, pode ser citado um terceiro princípio, relativo ao conhecimento colaborativo, tendo como melhor e mais bem sucedido exemplo, a Wikipedia. Criada em 2001, foi erguida sob o ideal de que qualquer pessoa que tenha interesse em contribuir com o projeto, pode escrever, modificar ou remover um texto sem a necessidade de uma autorização, interferindo, deste modo, diretamente em todo o processo de construção e armazenamento de conhecimento (PRIMO, RECUERO, 2003).

Ainda dentro da questão do usuário gerador de conteúdo, há um terceiro princípio, referente à mudança do método de catalogação de itens, modo taxonômico, pela chamada folksonomia. De modo simplificado, a taxonomia corresponde a uma categorização do conteúdo por palavras-chave pré-estabelecidas por pessoas. Já na folksonomia, as palavras-chave, ou tags, são colocadas pelos usuários, criando uma maior gama de sentidos para uma mesma página, foto ou produto a venda (O'REILLY, 2005). Um

bom exemplo dado por Primo é uma foto de uma praia, que pode receber palavras-chave como “férias”, “beleza”, “vermelho”, ao invés de apenas “praia” (PRIMO, 2007).

Um quarto princípio da web 2.0 que pode ser muito bem exemplificado pela Wikipedia é a questão do Beta Perpétuo, que se refere a uma constante melhoria dos serviços disponíveis com atualizações e complementos, sem existir uma versão final do produto (O'REILLY, 2005). No caso da Wikipedia, pode-se verificar que não há uma versão final dos artigos, como ocorre com as enciclopédias impressas, pois eles sempre podem ser melhorados e complementados. (PRIMO, RECUERO, 2003). Além da Wikipedia, pode-se dar o exemplo do Flickr e do Gmail, ambos serviços on-line que possuem atualizações constantes e implementações sempre são desenvolvidas para melhorar a experiência do usuário (O'REILLY, 2005).

6. Tipos de ferramentas informatizadas e possíveis usos

A quantidade de ferramentas informatizadas que podem ser usadas para a difusão de conhecimento é grande, e tende a crescer de modo que dificulta o trabalho de catalogá-las e estudar caso por caso. Serão vistos aqui os casos de maior destaque atualmente para a finalidade desta análise, começando pelas enciclopédias digitais. Serão tratadas ferramentas que têm como suporte a internet, sendo as referências conceituais extraídas de seus respectivos domínios.

a. Páginas em Código Aberto Wiki

Para começar, podem ser colocados os sites desenvolvidos em código aberto wiki. O exemplo mais notório é a Wikipédia, já tratado anteriormente, criada em 15 de janeiro de 2001. Na Wikipédia qualquer usuário do mundo pode acrescentar e modificar o conteúdo, de maneira coletiva (PRIMO & RECUERO, 2005). A Wikipédia foi a grande precursora deste tipo de site baseado nesse tipo de código aberto. Um uso de grande importância são as wikis de conteúdo específico como, por exemplo, as wikis criadas de modo colaborativo por empresas para encontrar soluções fora do grupo de funcionários. Há empresas que oferecem recompensas a usuários que conseguirem soluções para problemas que não foram resolvidos por seus funcionários (TREVISAN, 2007).

b. Redes Sociais

Outro tipo de ferramenta são as redes sociais, que podem ser definidas por três pontos: são sites em que o usuário pode criar um avatar (resumidamente, uma representação virtual da pessoa) ou uma página pessoal, pode interagir com outros usuários através de mensagens e o usuário possui sua rede de colegas exposta publicamente (BOYD & ELLISON, 2007 apud RECUERO, 2009).

Dentre as diversas redes sociais, uma que obteve grande sucesso no Brasil foi o Orkut. Desenvolvido em 2001, foi comprado pelo Google em 2004. Possui usuários do mundo inteiro, em sua maioria brasileiros, e comunidades a respeito de temas diversos (RECUERO, 2009). O usuário, ao entrar, cria uma página pessoal com informações que ele desejar colocar. No mecanismo de busca é possível encontrar comunidades relacionadas diretamente a empresas, tática esta utilizada para se aproximar de clientes e ter um retorno mais direto a respeito de seus serviços.

Um site próximo do Orkut é o Facebook, que também se utiliza do mecanismo de páginas pessoais e comunidades (RECUERO, 2009) e também é utilizado por empresas para divulgação de produtos e contato mais direto com seus clientes.

Por fim, dentro das redes sociais, o Twitter é um sistema de “microblog” onde os usuários podem escrever mensagens com até 140 caracteres para responder à pergunta: “O que você está fazendo?” (RECUERO, 2009). O site também é usado por empresas para divulgação de produtos e contato mais direto com os clientes.

c. Comunidades de Prática

O conceito de comunidades de prática é definido, de modo sucinto, como um grupo de pessoas que possuem interesses em comum e que estabelecem relações entre si compartilhando conhecimento e desenvolvendo suas capacidades (WENGER, McDEMOTT, SNYDER, 2002), algo comum nas relações entre seres humanos. Qualquer grupo de pessoas que compartilham conhecimento são comunidades de prática, desde tribos pré-históricas até um grupo de amigos conversando sobre uma paixão em comum por determinado assunto. A ideia é antiga, e pode ser vista em diversas ferramentas informatizadas (por exemplo, fóruns), a partir do momento em que os usuários estabelecem contato com outros usuários de acordo com interesses em comum.

Apesar disso, o conceito é pouco aplicado no ambiente corporativo, sendo ainda uma ideia recente e pouco difundida em tal meio. Também há dificuldades em ser aplicado pois é muito distinto dos grupos formais de trabalho a que se está acostumado. As comunidades de prática são informais e espontâneas, sendo de difícil união com as ideias de supervisão e interferência tradicionalmente utilizadas (WENGER, SNYDER, 2000).

d. Portais

Os portais podem ser apontados como uma espécie de centro aglomerador digital, o qual visa facilitar o acesso de usuários ao conteúdo da internet e ao processo de interação com outros usuários, servindo-lhes como uma interface única para os diversos serviços e informações (REYNOLDS & KOULOPOULOS, 1999). Esta facilidade se dá através de diversas funcionalidades disponíveis no portal. Por exemplo, pode haver a indexação de outros sites, em categorias como esportes, entretenimento e notícias, o que facilita a busca por um tema específico. Há também aplicativos que trazem ao usuário informações diretas, como a previsão do tempo ou a cotação de moedas. No âmbito da interação com outros usuários, pode ser citado o uso de chats (salas de conversa virtuais), comunidades virtuais, fóruns e blogs.

Os portais podem ser divididos basicamente em públicos e corporativos. Os portais públicos são voltados a um público geral que utiliza a internet. Como exemplos, podem ser dados o Yahoo! (www.yahoo.com), o iGoogle (www.google.com/ig) e o America On Line (www.aol.com). Os portais corporativos surgiram depois dos públicos, sendo voltados, de modo geral, a um público mais específico de funcionários de uma instituição, ou pessoas interessadas no trabalho de tal lugar (idem, 1999).

De acordo com Toledo (2002), resumindo as ideias de diversos autores, dentro dos portais corporativos, há três tipos, de acordo com sua função, havendo, deste modo: portais com ênfase em suporte à decisão, com ênfase em processamento colaborativo e com ênfase em ambas as funções. O primeiro tipo, por sua vez, é dividido em portais de informações (que armazenam grandes conteúdos); de negócios (disponibiliza relatórios e planilhas); e de suporte à decisão (o qual utiliza-se de ferramentas inteligentes para auxílio da empresa na tomada de decisões).

Já dentro dos portais com ênfase em processamento colaborativo, há os portais colaborativos (que auxiliam o usuário na criação e gestão de projetos em grupos); e portal de especialistas (que reúne pessoas pelas suas habilidades e experiências). Por fim, os portais de suporte à decisão e processamento colaborativo, são mais abrangentes e se dividem em dois tipos: de informações empresariais (que integra informações em bancos de dados e facilita o acesso a elas dentro das empresas); e o de conhecimento (que une as caracterísitcas dos portais de informações, colaborativos e de especialistas, sendo este modelo o mais completo) (TOLEDO, 2002).

7. Ferramentas informatizadas no apoio de atividades de um Grupo de Pesquisa: o caso do portal GAIA-CTI

O desenvolvimento do portal GAIA-CTI pode ser dividido em três etapas principais. Em um primeiro momento, houve a revisão de um projeto conceitual. Em um segundo momento, a procura de uma empresa

para desenvolver o portal em parceria com o GAIA e, em um terceiro momento, o início das atividades de construção do produto.

a. Revisão Conceitual

Foi feita uma revisão conceitual do projeto com os demais pesquisadores do grupo. Tal revisão fez-se necessária pois o texto, anteriormente elaborado pelo grupo de pesquisa, encontrava-se desatualizado em alguns pontos devido a mudanças tanto internas quanto externas ocorridas à equipe. Para tal ação, várias reuniões foram realizadas, com o intuito de discutir as funcionalidades que o portal teria, o que seria disponibilizado para os futuros usuários, entre outras questões. Foram necessárias também algumas pesquisas de campo (ou benchmark), estudando outros portais, não só da área corporativa, mas também portais de notícias, instituições de ensino e entretenimento, na busca de funcionalidades que poderiam ser de bom uso ao projeto em questão. Deste modo, reelaborou-se o mapa conceitual.

b. Pesquisa de Empresas

Com o mapa conceitual estruturado, deu-se início à busca de empresas que possuíam experiência no desenvolvimento de portais corporativos. Foram escolhidas cinco empresas, com as quais foram feitas várias reuniões. Cada empresa possuía sua metodologia de trabalho, o que influenciou na escolha da finalista. Foi feito contrato com uma empresa de Campinas.

c. Início do Desenvolvimento do Portal

Depois do contrato estabelecido, o portal começou a ser desenvolvido. O GAIA participou ativamente da elaboração, sendo feitas observações e sugestões de melhorias, tanto da equipe de comunicação visual e usabilidade, quanto da equipe de programadores do grupo de pesquisa para com a empresa contratada. Um dos pontos fundamentais discutidos pela equipe de comunicação visual foi o layout da página principal, que foi seguido nas demais páginas, podendo ser visto na figura 1. Atualmente, o portal encontra-se em fase de testes.

Figura 1 – Layout da página principal.

d. Características do Portal

Pretende-se que o portal tenha áreas comuns que outros sites do tipo possuem, em especial os portais do conhecimento, segundo classificação mostrada anteriormente. Detre tais áreas, pode-se por: uma página sobre a equipe, outra sobre os projetos desenvolvidos pelo grupo GAIA, outra para contato, sistema avançado de pesquisa, etc. O conteúdo será dividido em níveis de acesso: algumas informações estarão disponíveis para visitantes, enquanto outras estarão disponíveis apenas para usuários registrados. Existirão também usuários administradores, que poderão adicionar e modificar conteúdo. Para troca de informações também haverá um fórum, desenvolvido em código aberto PHP, no qual usuários poderão tirar dúvidas e manter contato entre si. Além disso, espera-se a integração a ferramentas de e-learning, promovendo, deste modo, cursos a respeito de inovação.

Dentro das seções, pretende-se também a criação de um Media Center, contendo vídeos, fotos e notícias a respeito de palestras e cursos ministrados pelo GAIA, como também notícias gerais da área de inovação tecnológica.

Uma característica que merece destaque é a área intitulada “Balcão de Soluções Tecnológicas”, cujo objetivo é o da troca de informações e busca de parceria para projetos de pesquisa. Exemplificando, um centro de pesquisa quer desenvolver um determinado produto, mas precisa de um pesquisador especializado em uma área determinada. Para isso, procura no balcão por este pesquisador, ou disponibiliza informações sobre seu projeto para que os pesquisadores entrem em contato. Espera-se que esta ferramenta sirva de auxílio para várias pesquisas.

Para finalizar, outra função que merece destaque é a gestão e criação de documentos. Poderão ser feitos documentos colaborativamente, em que um usuário pode começar a escrever e deixá-lo disponível para que outros usuários acrescentem conteúdo, algo similar às ferramentas de criação colaborativa e gestão de documentos já existentes na web, como por exemplo, Adobe Connect (www.adobe.com/br/products/connect), Google Docs (www.docs.google.com) e Clocking It (www.clockingit.com).

8. Conclusão

A pesquisa teórica realizada apontou que as ferramentas informatizadas podem ser muito bem usadas para o propósito de difusão de conhecimento, visto sua imensa quantidade e variedade disponível na web, o que torna o ambiente virtual propício para a implementação de um portal como o GAIA-CTI. O portal, quando implementado, poderá colaborar para a inovação tecnológica no país pelo uso de tais ferramentas por parte dos usuários vindos de centros de pesquisa, empresas e instituições governamentais.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais a toda equipe de pesquisadores do GAIA pelo bom trabalho realizado durante a pesquisa para o portal e pelo apoio à minha pesquisa. Agradecimentos também ao CNPq pela concessão da bolsa de pesquisa em iniciação científica.

Referências

BOYD & ELLISON, 2007 apud RECUERO, Raquel. Redes sociais na internet. Porto Alegre: Sulina, 2009. 191 p.

CAPURRO, Rafael; HJORLAND, Birger. O conceito de informação. Perspectivas em ciência da informação, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, Abr. 2007 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362007000100012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03 Nov. 2010.

CASTELLS, Manuel. A sociedade em rede. 4. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000. 617 p.

MARASCHIN, Cleci, AXT, Margarete. Conhecimento. In: STREY, Marlene Neves et alli. Psicologia Social Contemporânea: livro-texto. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998. p. 133-145.

O'REILLY, Tim. What Is Web 2.0: design patterns and business models for the next generation of software. O'Reilly Media, 2005. Disponível em: <http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html>. Acesso em: 21 de junho de 2011.

PRIMO, Alex. O aspecto relacional das interações na Web 2.0. E- Compós (Brasília), v. 9, p. 1-21, 2007. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/limc/PDFs/web2.pdf>. Acesso em: 13 de junho de 2011.

PRIMO, Alex; RECUERO, Raquel. Hipertexto Cooperativo: Uma Análise da Escrita Coletiva a partir dos Blogs e da Wikipédia. Trabalho apresentado no VII Seminário Internacional de Comunicação. Porto Alegre: PUC/RS, 2003. Disponível em: <http://www.revistas.univerciencia.org/index.php/famecos/article/view/233/177>. Acesso em: 18 de junho de 2011.

RECUERO, Raquel. Redes sociais na internet. Porto Alegre: Sulina, 2009. 191 p.

REYNOLDS, Hadley; KOULOPOULOS, Tom. Enterprise knowledge has a face. Intelligent Enterprise, v. 2, n. 5, p. 29-34, 1999. Disponível em: <http://web.archive.org/web/20000816201640/http://www.intelligententerprise.com/993003/feat1.shtml>. Acesso em: 23 de julho de 2011.

SHANNON, Claude E. A teoria matemática da comunicação. São Paulo: DIFEL, 1975. 136p.

SILVEIRA, Marco Antonio. Gestão da Inovação em Sistemas Organizacionais. In: Por que gestão em sistemas e tecnologias de informação?. Campinas: Komedi, 2006, v.1, p. 103-160.

SOFFNER, Renato Kraide (autor); CHAVES, Eduardo Oscar de Campos (orient.). As tecnologias da inteligência e a educação como desenvolvimento do potencial humano. 2005. 121p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP.

TREVISAN, Cláudia. Empresas usam conceito "wiki" de criação coletiva para inovar. Seção Mercado, Portal Folha de São Paulo. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u306773.shtml>. Acesso em: 06 nov. 2010.

TOLEDO, Aline Maria. Portais Corporativos: uma ferramenta estratégica de apoio à gestão do conhecimento. 2002. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Negócios Integrados) UFRJ, Rio de Janeiro: 2002.

WENGER, Etienne; MCDERMOTT, Richard Arnold; SNYDER, William. Cultivating Communities of Practice: A Guide to Managing Knowledge. Massachusetts: Harvard Business School Publishing, 2002.

WENGER, Etienne; SNYDER, William. Communities of practice: The organizational frontier. Harvard Business Review, Massachusetts, p.139-145, Jan-Fev, 2000. Disponível em: <http://itu.dk/people/petermeldgaard/B12/lektion%207/Communities%20of%20Practice_The%20Organizational%20Frontier.pdf>. Acesso em: 20 de junho de 2011.

ESTUDOS DOS MECANISMOS DE APRENDIZAGEM ORGANIZACIONAL EM EMPRESAS DO PROJETO PILOTO AMBIENTRONIC

Larissa de Oliveira Maia; Adalberto Azevedo
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
DTSD – Divisão de Tecnologias de Suporte à Decisão
GAIA – Grupo de Apoio à Inovação e Aprendizagem Organizacional
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
larissa.maia@cti.gov.br, adalberto.azevedo@cti.gov.br

Resumo

O presente artigo tem como intuito apresentar os mecanismos de aprendizagem a fim de contribuir para a sustentabilidade das organizações através de um processo que visa o desenvolvimento humano nas empresas como fator de vantagem competitiva. O Capital Intelectual é também um dos recursos para manter competitividade e conhecimento alinhados as estratégias organizacionais. O projeto de pesquisa está alinhado ao projeto piloto Ambientronic, a fim de oferecer uma metodologia que integre a aprendizagem, conhecimento, competitividade e sustentabilidade para as empresas do setor eletromédico.

Palavras chave: aprendizagem organizacional, mecanismos de aprendizagem, capital intelectual.

1. Introdução

Com a revolução tecnológica que está ocorrendo no mundo hoje, as relações de trabalho e o modo de produzir está sofrendo também grandes modificações. Com isso, mudaram também as qualificações ou competências exigidas por estas novas formas de trabalho e de gestão empresarial. Hoje é fundamental que os trabalhadores tenham uma visão do conjunto do processo produtivo e também da empresa como tal. É preciso que as pessoas saibam trabalhar em equipe, saibam dialogar e conviver com pessoas diferentes que compõe a sua equipe de trabalho. Qualificações que antes não somente não eram exigidas, mas também desestimuladas.

Muitas mudanças estão acontecendo no desenvolvimento das organizações, determinadas ora pelas imposições do mercado, ora pela necessidade de reorganização do ambiente interno organizacional. O conhecimento humano surge como principal fonte de vantagem competitiva para as organizações. Isso pede uma série de mudanças organizacionais que possibilitem o compartilhamento do conhecimento por meio de adaptação do ambiente e, principalmente pela mudança de comportamento das pessoas. Um dos grandes desafios das organizações é o de saber usar o conhecimento de cada colaborador, saber somá-los e criar um ambiente de sinergia que lhes garanta o sucesso. As organizações passam a ser, portanto, espaços de processos de aprendizagem efetivos e, saber a forma individual como as pessoas constroem conhecimentos e como os utilizam para explicar a realidade e resolver problemas do cotidiano da organização passa a ser imprescindível.

Nesse sentido a questão norteadora do projeto foi: “Como o capital intelectual é articulado para apoiar os mecanismos visando à aprendizagem organizacional nas empresas participantes do Projeto Piloto Ambientronic?”. Para tal problema os objetivos do projeto foi de elaborar uma metodologia baseado nos mecanismos de aprendizagem, a fim de favorecer o desenvolvimento do capital intelectual, com foco nas

empresas do projeto piloto Ambientronic[1]. O Projeto Ambientronic surge em razão de determinados fatores: i) reunião de esforços e conhecimentos para adequação das empresas de equipamentos eletromédicos às diretivas ROHS e WEEE com o intuito de manterem competitivas no mercado externo e corretas ambientalmente; ii) a adequação às diretivas explicita a necessidade de aquisição de conhecimentos e tecnologias, sendo assim, denota a capacidade da empresa em aprender. Entretanto, a metodologia utilizada foi uma extensa pesquisa bibliográfica, porém ainda não foi aplicada no projeto Ambientronic, pois se refere às estratégias empresariais e isso ainda está sendo trabalhado com as empresas do projeto piloto.

Este trabalho está fortemente vinculado às características sociais, pois é de grande interesse para uma nação que suas empresas sejam competitivas, uma vez que essas são um dos principais instrumentos para o desenvolvimento econômico e social.

2. Capital Intelectual

Existem diversas abordagens e definições sobre capital intelectual o qual, de maneira geral, pode ser entendido como o conjunto de ativos intangíveis, ou seja, "aqueles que não possuem existência física, mas assim mesmo, representam valor para a empresa" (Edvisson e Malone, 1998, p. 21), o que inclui tanto a capacidade intelectual humana, como outros ativos intangíveis, entre eles, marcas e patentes. Stewart (1998, p. XIII) define capital intelectual como "a soma do conhecimento de todos em uma empresa, o que lhe proporciona vantagem competitiva".

A concepção de Sveiby (1998) está alinhada com esses entendimentos acima mencionados, sendo que este autor identifica três conjuntos de fatores que compõem o capital intelectual:

a) capital humano, que são os conhecimentos e as competências dos colaboradores colocados a serviço da empresa

b) capital estrutural, envolvendo tanto os softwares e sistemas de gestão, como os demais bens que possam ser relacionados na categoria de "propriedade intelectual" (marcas, patentes entre outros);

c) capital de relacionamento, representado pelo potencial de geração de conhecimento resultante das relações com clientes e outros elementos externos à empresa.

Todos esses autores enfatizam a importância do componente "capital humano" por três razões, a saber, o seu potencial para aumentar o capital estrutural; a sua capacidade para internalizar na empresa os frutos do capital de relacionamento e, assim, potencializar os resultados advindos; a sua capacidade para gerar novos conhecimentos. O Capital Intelectual se fundamenta em três conjuntos de razões:

- O primeiro é de natureza econômica, decorrente das limitações de investimentos financeiros do Brasil quando comparados com os demais países competidores;
- A segunda é de natureza tecnológica, resultante da dinâmica evolutiva inerente ao setor eletrônico;
- A terceira é de natureza sistêmica, decorrente da necessidade imperiosa de modelos industriais que promovam o desenvolvimento sustentável, como forma de minimizar as mazelas socioeconômicas e ambientais.

Schumpeter (1988), um dos mais importantes economistas da primeira metade do século XX, foi o precursor do entendimento de que o desenvolvimento econômico se efetiva a partir de inovações, ou "novas

[1] O Ambientronic é um projeto nacional que busca coordenar e implantar ações integradas entre empresas, instituições de ensino e pesquisa e outras instituições governamentais visando contribuir para a sustentabilidade do complexo eletro-eletrônico brasileiro e para a adequação de suas empresas às diretivas RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances) e WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) da Comunidade Européia.

combinações de materiais e forças empregadas de forma diversa", em um dos seguintes modos:

- introdução de um novo bem ou de uma nova qualidade de um bem já existente;
- introdução de um novo método de produção, baseado em uma descoberta científica nova ou, então, em um novo uso comercial;
- abertura de um novo mercado;
- conquista de uma nova oferta de matérias-primas ou produtos semimanufaturados, já existente ou recém-descoberta;
- nova organização da indústria, como conquista ou fragmentação de posições de monopólio.

2.1. Educação Corporativa como fomento para o Capital Intelectual

A inovação de produtos e processos é condição fundamental para o sucesso de organizações (ou, de uma cadeia de suprimentos como um todo) atuando nos mercados atuais, os quais mudam continuamente e exigem níveis de desempenho sucessivamente melhores. E, a gestão competente do conhecimento é o fator que alavanca a inovação de produtos, de processos, de serviços e de outros aspectos de interesse para uma organização empresarial, como o design de produto, a estrutura organizacional, os métodos gerenciais, as relações no trabalho entre outros aspectos.

O uso competente do capital intelectual como um fator econômico de produção pode se constituir em importante instrumento para conseguir o desenvolvimento sustentável de organizações, na medida em que sua geração, disseminação e aplicação dependem do fator humano.

Desse modo, a opção por estratégias e operações que valorizam o capital intelectual permite que a empresa alcance níveis de competitividade adequados às demandas dos mercados atuais, sem abrir mão dos interesses e das necessidades dos seus colaboradores, da sociedade e de outros stakeholders. Isso porque a competitividade de uma empresa é uma propriedade sistêmica influenciada por um grande conjunto de variáveis de diferentes naturezas – econômica, organizacional, tecnológica e humana – tanto da própria organização como do ambiente no qual ela está inserida, as quais são muito dependentes do fator humano.

Para tanto, o G.A.I.A./DGE[2] está desenvolvendo um projeto estruturante cujo problema de pesquisa pode ser assim enunciado: "Como articular o capital intelectual junto aos múltiplos agentes nacionais públicos e privados de modo a potencializar a competitividade do setor eletrônico brasileiro e promover o desenvolvimento sustentável de suas empresas?". Uma das ferramentas que muitas organizações desenvolvem são esquemas de Educação Corporativa[3] para melhorar a gestão do Capital Intelectual. Segundo Chiavenato (2009) os objetivos da Educação Corporativa são:

1. A educação corporativa é um processo de aprendizagem e não apenas um local físico;
2. Oferecer oportunidades de aprendizagem que dêem sustentação aos assuntos empresariais mais importantes;
3. Oferecer um currículo fundamentado em três Cs: cidadania corporativa, contexto situacional e competências básicas;

[2] O GAIA (Grupo de Apoio à Inovação e Aprendizagem em Sistemas Organizacionais) é um grupo multidisciplinar de pesquisas aplicadas, que integra geração de conhecimento com resultados práticos. Tem como foco a aprendizagem organizacional que dá sustentabilidade à inovação e ao desenvolvimento socioeconômico de empresas.

[3] Educação Corporativa tem seu auge no final do século XX. É um sistema de desenvolvimento de pessoas, pautado pela gestão de pessoas por competências, sendo o objetivo principal desenvolver competências humanas e empresariais consideradas críticas para a viabilização das estratégias de negócios.

4. Treinar toda a cadeia de valor envolvendo todos os parceiros: clientes, distribuidores, fornecedores, terceiros, instituições de ensino superior etc;
5. Passar do treinamento conduzido pelo instrutor para vários e diferentes formatos de apresentação da aprendizagem;
6. Encorajar e facilitar o envolvimento dos líderes com o aprendizado;
7. Assumir foco global no desenvolvimento de soluções de aprendizagem;
8. Obter vantagens competitivas para possibilitar que a organização possa entrar em novos mercados. (Chiavenato, p. 138, 2009)

Em suma, o Capital Intelectual pode ser compreendido como sendo "conhecimento que gera lucro", sendo o seu componente mais importante o "capital humano", que são os conhecimentos e competências dos colaboradores colocados a serviço da organização. A aprendizagem individual é um dos pontos chaves de uma aprendizagem organizacional, pois é na pessoa que se tem o conhecimento e é da pessoa que esse conhecimento se propaga na organização. O Capital Intelectual é esse conhecimento propagado na organização como uma conversão para o lucro, um capital que a organização deve valorizar e investir, aumentando assim sua competitividade e a satisfação de seus funcionários.

3. Aprendizagem Organizacional

O sentido do trabalho para a maioria das pessoas tem relevância significativa para a vida. Pode ser nele que o homem se transforme para melhor. Seja por causa de se ter o que fazer ou por causa da relação com as pessoas ou pela realização profissional e conseqüentemente a pessoal ou para se ter um objetivo na vida, enfim, as causas deverão ser encaradas como fundamentais para a pessoa e não essenciais, pois esta está sujeito a surgirem impasses como falta de equilíbrio entre o trabalho e a família. O trabalho exerce uma influência considerável para a pessoa e deve preencher um por que, uma finalidade. É a manifestação de algo interno que se apresenta na concretização das ações de esforço, colocando crenças, atitudes e valores.

O fato de executar tarefas que não são práticas, sem interesse nenhum para pessoa em um ambiente superficial, torna o trabalho insatisfatório e sem sentido. Por isso a importância de se ter algumas características para dar significado ao trabalho. São elas:

- Um trabalho requer uma variedade de tarefas que requerem uma variedade de competências;
- Um trabalho que permite uma realização do começo ao fim, com resultado tangível e identificável;
- Um trabalho capaz de colocar um impacto no bem estar da pessoa ou no trabalho de outras pessoas.

Existem aspectos intrínsecos (internos) que contribuem para o engajamento e a motivação pelo trabalho, como por exemplo, o desafio, a vontade de aprender, a autonomia entre outros que a pessoa deve buscar desenvolver dentro dela. Há aspectos extrínsecos (externo) que também contribuem e muito para o trabalho ganhar significado, como por exemplo, o reconhecimento dos outros (principalmente os que estão acima) mediante o trabalho feito, o apoio, o auxílio, o valor exato dado na hora certa entre outras contribuições que a empresa pode proporcionar ao indivíduo.

O trabalho organizado de maneira eficiente, que conduza a resultados úteis, que é aceitável, que garante a segurança e a autonomia é considerado um trabalho com significado e de grande valor, pois estimula as necessidades para o crescimento da pessoa e seu senso de responsabilidade.

Hoje o que as empresas buscam são mecanismos para que essas organizações a auxiliem a se relacionar com seus funcionários de modo a satisfazê-los diante do trabalho e com isso a empresa usufruir de resultados que possam ser competitivos, ou seja, que dêem lucros a ela. Para Chiavenato (2009) a aprendizagem organizacional tem as seguintes funções: desenvolver novas competências, adquirir novos

insights, valorizar novos horizontes e sentir-se recompensado em seu trabalho.

Nesse sentido, nota-se que houve uma nova estruturação do sentido do trabalho, pois mesmo que haja a centralidade nos lucros, considera-se atualmente o ser humano como sujeito proprietário do conhecimento, o qual tem capacidade de inovar e oferecer competitividade e lucro para as organizações. O termo Capital Intelectual citada no capítulo anterior revela essa importância: o homem como ser social capaz de manter a vantagem competitiva e inovar através da estruturação do conhecimento em um processo contínuo de aprendizagem. Assim como já foi dito que o Capital Intelectual é um conhecimento que gera lucro, a Aprendizagem Organizacional está devidamente ligada a esse conceito, pois segundo Kim (1993) a aprendizagem "é um aumento na capacidade da organização em tomar ações efetivas". Portanto, se há essa capacitação, evidentemente, há o desenvolvimento do Capital Intelectual.

De acordo com a pesquisa de Éboli (2004), as empresas pensam a capacitação e formação dos colaboradores com um olhar estratégico, ou seja, oferecem projetos de aprendizagem que garanta o desenvolvimento humano, porém com enfoque estratégico: "Pensar globalmente, agir localmente". A aprendizagem organizacional deve pertencer ao escopo das diretrizes estratégicas, para que se possa planejar. Portanto, faz-se necessário realizar as seguintes questões para direcionar o sentido da aprendizagem: Quem deve aprender? O que aprender? Como aprender? Quando aprender? Porque aprender?

A aprendizagem organizacional deve ser encarada como estratégia da empresa para que esta tenha um melhor rendimento, através de funcionários qualificados e eficientes, a fim de que se cumpram os prazos definidos, tenha competitividade no mercado e ofereça serviços/produtos de excelência. A aprendizagem é a chave para que os colaboradores tenham uma educação contínua, pois,

> Atualmente na América Latina, todos os olhares estão postos na educação. A educação deixou de ser um aspecto marginal da realidade. Está no centro do cenário histórico e político da América Latina, tanto em termos de expectativa da opinião pública quanto em termos de decisão...A educação sempre teve legitimidade moral...A educação tem legitimidade política obviamente...Mas existe atualmente uma oportunidade histórica. A educação tem atualmente legitimidade macroeconômica e isso se agrega às outras legitimidades, e, em um mundo tão pragmático como o que nos tocou no final do século XX, isso tem peso. (Bernardo Kliksberg: BID,1999 ápud ÉBOLI, 2004)

Fiol (1994), citado por Carvalho (2001), nos apresenta que a aprendizagem nas organizações não esta vinculada apenas à aquisição de informações variadas, mas sim, na habilidade de compartilhar o entendimento comum e assim explorá-lo.

NEVIS et al (1998), citado por Carvalho, definem aprendizagem como "a capacidade ou os processos dentro da organização destinados a manter ou melhorar o desempenho com base na experiência". Segundo essa linha de pensamento, percebe-se que a aprendizagem organizacional está ligada a Gestão do Conhecimento4, pois assim como a aprendizagem dentro das organizações tem o intuito de compartilhar o entendimento, um projeto de Gestão do Conhecimento tem o objetivo de armazenar esse conhecimento decorrente de uma aprendizagem a fim de, posteriormente, aperfeiçoar o conhecimento podendo transformá-la em grandes inovações, vantagem competitiva e competências organizacionais.

Considerando todas essas definições da aprendizagem, surge a questão: como capacitar a empresa para aprender mais e melhor, a fim de que possa aperfeiçoar seus processos internos e externos? Para melhor compreensão, a explicação decorre a partir de quatro níveis da aprendizagem:

[4] A gestão do conhecimento identifica as fontes de informações, sabe administrar dados e informações, sabe gerenciar seus conhecimentos. Trata-se da prática de agregar valor à informação e de distribuí-la.

1. Nível do indivíduo: Aperfeiçoando a capacidade de cada pessoa para a aprendizagem: “Para que um trabalho tenha sentido é importante que quem o realize saiba onde ele conduz; em outras palavras, é essencial que os objetivos sejam claros e valorizados e que os resultados tenham valor aos olhos de quem o realiza” (Morin, 2002, p.75)
2. Nível do coletivo/relações internas: capaz de tornar o ambiente interno da empresa mais favorável a aprendizagem. De acordo com Dejours (2009), o reconhecimento fomenta a construção da identidade (alicerce da saúde mental) e o senso de pertencimento (a uma equipe, categoria, profissão).
3. Nível das relações externas: capaz de Aumentar o nível de interação com outras organizações, pois as interações são essenciais para novas aprendizagens.
4. Nível das Tecnologias: capaz de melhorar a infra-estrutura para o aprendizado. De acordo com Éboli (2011)[5] “EAD não é apenas redução de custos, é abrangência, interação e ritmo. Ritmo que as empresas vão ter que investir para aproveitar o momento de crescimento”

4. Mecanismos de Aprendizagem

Os mecanismos de aprendizagem como instrumentos integrantes, vêm de encontro aos ideais da cultura organizacional. Os mecanismos tem como foco auxiliar nos processos internos das organizações, possibilitando novas concepções de trabalho e novos caminhos de relacionamento (internos e externos) e para que esses mecanismos sejam eficientes e eficazes no desenvolvimento de competências é necessário que haja uma Cultura que proporcione um vínculo coerente com os mecanismos.

A Cultura Organizacional torna-se protagonista em todos os processos da empresa, sejam eles quais forem tudo irá ocorrer de acordo com os valores e princípios enraizados da organização. Mas como já foi dito, a cultura não é estática, ela sofre alterações na medida em que há novos objetivos e inovações. A cultura corporativa também se refere ao sistema de significados compartilhados por todos estes membros, e também como o fator que distingue uma organização das demais. Por isso que os mecanismos de integração ao serem colocados em prática necessitam ser coerentes com a cultura de uma determinada empresa. Tanto a cultura quanto os mecanismos tem o mesmo objetivo: integrar os processos, relacionamentos internos e externos, clima organizacional e gerar inovação.

4.1. Mecanismos para Compartilhamento: Entre Pessoas do Processo-Alvo

Este mecanismo utiliza a reunião diária, direcionada pelas seguintes perguntas: “O que aprendemos de novo?”; “O que precisa ser melhorado?” essas perguntas norteiam a conversa facilitando a sistematização do conhecimento adquirido e perceber as novas necessidades. Outras ferramentas são seminários internos (por meios de palestrantes da própria empresa ou de outras); Capacitação OTJ (on-the-job) que possibilita a reflexão-na-ação6, prática na qual irá aprimorar a formação profissional garantindo uma educação contínua e outras ações que buscam refletir a aplicabilidade dos conhecimentos nos processos-alvo. As contribuições podem ser identificadas, de modo a se fazer reconhecimento (quantidade de contribuições, efetividade das contribuições etc), problematização (a partir de um problema encontrado no cotidiano são estudos possibilidades de causas e soluções) e PBL – Problem Based Learning onde os problemas são criados por um grupo de especialistas que visam a abordagem de conteúdos pré determinados, e diante do problema um grupo ou departamento devem estudar meios de solucionar o problema.

[5] Profa.Dra Marisa Eboli (USP) na Manha da Inovação (evento de difusão de conhecimento) no dia 23 de Fevereiro de 2011, evidenciou a importância de envolvimento dos líderes nas ações educativas.

[6] A reflexão-na-ação traz consigo um saber que está presente nas ações profissionais podendo ser compreendido também como conhecimento técnico ou solução de problemas, ou seja, é o componente inteligente que orienta toda atividade e manifesta-se no saber-fazer.

4.2. Mecanismos para Estimular Ambiente de Compartilhamento

Para estimularmos um ambiente de compartilhamento é interessante "mecanismo" como a gestão participativa que tem como intuito de romper com a administração de recursos humanos tradicional, pois envolve todos os níveis hierárquicos como elementos de um único grupo, nos momentos de discussões de ações a serem tomadas, de modo que todos sintam-se pertencentes as decisões e possuem poder de expor suas ideias e opiniões como iguais.

Outro mecanismo para propiciar o compartilhamento é o reconhecimento, vale ser evidenciado novamente, que de acordo com Dejours(2009) o reconhecimento de um trabalho faz com que o sofrimento seja transformado em prazer, outro ponto fundamental é que o reconhecimento fomenta a construção da identidade que é o alicerce da saúde mental e o senso de pertencimento (a uma equipe, categoria, profissão). Sendo assim, se a organização deseja funcionários saudáveis é preciso reconhecer o trabalho deles e assim apresentá-los e permitir que uns ensinem aos outros.

Se desejamos que o ambiente de trabalho seja espaço de compartilhamento, é necessário que haja Respeito às Pessoas, tanto do modo como a organização assiste seus funcionários como respeito das relações entre colaboradores, gerentes e até mesmo equipes e pessoas de organizações externas, o respeito é essencial para que as pessoas sintam-se a vontade para expor ideias sem medo de ser punida pelo erro, além do mais Aceitação dos erros também é um mecanismo integrador para o compartilhamento, pois devemos comprender os erros como possibilidades de novas aprendizagens – ação-reflexão-ação – e contextualizadas, sendo assim mais eficazes.

Nesse item cultiva-se a preocupação com a coletividade, sendo a valorização de relacionamento com as pessoas de suma importância para uma cultura organizacional que visa o bem-estar e a autonomia do grupo.

4.3. Mecanismos para Compartilhamento: Entre Pessoas do Processo e Tutor

Em um ambiente organizacional é necessário a comunicação interna para que tudo esteja e continuem coerentes com as estratégias organizacionais, metas e claro, com a missão que a mesma propõe em seus princípios. Portanto, faz-se de suma importância Reuniões periódicas para esclarecimentos, para ouvir e informar, a fim de que haja compartilhamento das atividades exercidas e quais serão as próximas ações para todo o grupo.

Além das reuniões, um ambiente organizacional que prioriza a aprendizagem dos colaboradores considera a troca de conhecimentos de suma importância nesse processo. Para tanto, o mecanismo do Estudo dirigido (livro, apostila em slides, etc) é um instrumento norteador para as futuras práticas de trabalho e que garante uma aprendizagem eficaz do colaborador. Além disso, os Estudos Dirigidos possibilita o alinhamento dos conhecimentos que a empresa exige no momento atual.

A Comunidade de prática, como um mecanismo integrador, tem como objetivo desenvolver as competências dos participantes; gerar, trocar conhecimentos, fazer com que os envolvidos consigam um momento para interagir e aprender um com os outros, pois os participantes se auto-relacionam a fim de alinhar o compromisso e identificação com os conhecimentos especializados do grupo. A comunidade de prática possui um caráter informal, e segundo Fleury e Fleury (2001, p. 33) apud Vieira (2006, p. 5) "comunidades de prática são grupos formados em torno da prática de sua profissão, ligados pela necessidade de partilharem experiências e desenvolverem um conhecimento coletivo."

4.4 Mecanismos para Compartilhamento: Entre Pessoas dos Processos Cliente/Fornecedor

Esse mecanismo também utiliza a estratégia da reunião semanal, direcionada pelas seguintes perguntas: "O que vocês têm a nos ensinar sobre o que fazemos?"; "O que podemos melhorar?". Diante dessas questões possibilita-se a sistematização do conhecimento e fica explicito o que precisa ser aprendido.

Além disso, é um mecanismo democrático com a finalidade de aperfeiçoar o processo de trabalho e a qualidade do produto. A partir dessa idéia, o compartilhamento de novas idéias, do que se precisa fazer e melhorar possibilita construções de novos conhecimentos e, consequentemente, uma aprendizagem significativa às pessoas que acompanham o processo. Tal mecanismo permite a sustentabilidade e a inovação das organizações no mercado atual.

4.5 Mecanismos para Compartilhamento: Entre Pessoas do Processo e Externos

Para compartilhar é preciso se relacionar, interagir, sendo assim no caso de relações entre pessoas do processo e externos, o focus group é um interessante mecanismo que tem como objetivo promover a interação e a discussão de um grupo pautando-se em uma determinada temática, esse instrumento necessita de um moderador/facilitador das interações e regulador para que não se fuja do tema. A partir da discussão consegue-se captar quais são as necessidades e o que precisa ser melhorado. Pesquisas de opinião também auxiliam a compreender quais são as necessidades e o que o cliente acredita que precisa ser desenvolvido, assim como os telefonemas e visitas além de demonstrarem atenção e cuidado para com o outro também facilitarão a percepção das necessidades do cliente para que não se perca tempo tentando agradar ou acertar de maneira aleatória, e sim de fato de acordo com o que foi pedido.

4.6 Mecanismos para Aumentar Capacidade de Raciocínio Individual

Para que seja desenvolvida a capacidade de raciocínio individual é necessário que o ambiente propicie boas relações, para que se sintam a vontade para errar e buscar novos conhecimentos, também é importante o desenvolvimento de trabalhadores autônomos que consigam compreender suas necessidades de aprendizagens e assim buscar soluções e capacitações. Desejando que os trabalhadores busquem por si mesmos novos conhecimentos, é necessário que haja materiais para estudos como livros, apostilas e até mesmo computadores para que se faça a busca por novos meios de solucionar algo. Outros meios como atividades, treinamentos, experiências, auxiliam na capacidade de raciocínio e construção do conhecimento. Para termos motivação para algo é necessário ser reconhecido pelos trabalhos bons que se faz, assim nos sentimos capazes de ir além por nos mesmos. É importante criar uma cultura onde as pessoas sejam vistas como capazes de se desenvolver e estimuladas a se desenvolver.

4.7 Mecanismos: Aumento do Conhecimento incorporado ao Processo

Este mecanismo pode ser baseado na teoria de reflexão-na-ação que Shön (2000) aborda sobre o profissional reflexivo que busca aperfeiçoar sua prática a partir da experiência, do conhecimento e da reflexão. Portanto, pode-se realizar reflexões dirigidas: “como este conhecimento pode tornar meu processo melhor?” (mais rápido, barato, seguro etc); a problematização, PBL, podem ser úteis para a busca de novos conhecimentos sobre determinado processo. Nesse mecanismo, é necessário o auxílio da ferramenta de Gestão do Conhecimento a fim de que os conhecimentos sejam sistematizado e aperfeiçoado na organização.

5. Conclusão

Ao longo desse trabalho pode-se considerar que aprender requer inovação e auto-organização por parte de quem aprende. O processo de aprendizagem é de suma importância para o desenvolvimento dos processos internos e externos das organizações, pois esta possibilita o aperfeiçoamento profissional e intelectual do colaborador, garante vantagem competitiva a empresa e permite atender as necessidades sociais que atualmente exige inovações a todo momento. Nesse sentido a Aprendizagem Organizacional é um fator impulsionador para a formulação e reformulação do conhecimento. O Capital Intelectual pode ser compreendido como sendo “conhecimento que gera lucro”, sendo o seu componente mais importante o “capital humano”, que são os conhecimentos e competências dos colaboradores colocados a serviço da organização. A aprendizagem individual é um dos pontos chaves de uma aprendizagem organizacional, pois é

na pessoa que se tem o conhecimento e é da pessoa que esse conhecimento se propaga na organização. O Capital Intelectual é esse conhecimento propagado na organização como uma conversão para o lucro, um capital que a organização deve valorizar e investir, aumentando assim sua competitividade e a satisfação de seus funcionários. Nesse sentido, os mecanismos de aprendizagem são ferramentas estruturadas que propicia um ambiente de aprendizagem interno e externo, possibilitando a gestão do Capital Intelectual eficiente, garantindo a vantagem competitiva da empresa a fim de atender as necessidades sociais, tecnológicas e ambientais.

Agradecimentos

A bolsista agradece ao CNPq pela bolsa, ao CTI pela oportunidade concedida e, também a todos os colegas do grupo GAIA, em especial ao coordenador do grupo Marco Antônio Silveira e ao orientador Adalberto Azevedo pela contínua, dedicada e competente cooperação durante a vigência da minha bolsa.

Referências

EBOLI, M. Educação Corporativa no Brasil: Mitos e Verdades. São Paulo, Editora Gente, 2004

MORIN, Estelle M. Os sentidos do trabalho. IN Revista RAE executivo. Vol. 1 – n°1 – ago/set/out 2002.

PERRENOUD, Philippe. Construir as competências desde a escola / Philippe Perrenoud; trad. Bruno Charles Magne. – Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PERRENOUD, Philippe. 10 novas competências para ensinar. Ed. Artmed, 2000

RUSIGNELLI, José Benedito. Gestão da Aprendizagem organizacional: Um estudo de caso em Empresas de Campinas (SP) e Região – Varginha – Mg. 2007

CARVALHO, Renata. Universidade Corporativa: uma nova estratégia para a aprendizagem organizacional. 2001. 182 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção

NONAKA, Ikujiro. Criação de conhecimento na empresa / Ikujiro Nonaka. Hirotaka Takeuchi: trad. De Ana Beatriz Rodrigues, Priscila Martins Celeste. – Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

Senge, P.M. A quinta disciplina: a arte e a prática das organizações que aprendem. São Paulo: Best Seller, 1990

POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS PARA A MICROELETRÔNICA NO BRASIL

Gustavo Calçavara, Ana Karina da Silva Bueno
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI,
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{ana-karina.buen, gustavo.calcavara} @cti.gv.br

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar a evolução do marco-regulatório das políticas governamentais para a internalização da indústria de semicondutores no país, assim como apresentar os principais programas de suporte e os resultados de uma série de entrevistas, com os especialistas desta área no Brasil, realizadas com o propósito de avaliar estas políticas. Apesar da relevância de se internalizar a indústria de semicondutores no país ter sido reconhecida nos planos de governo e ter se tornado objeto de políticas governamentais, os resultados concretos destas políticas se mostram modestos, diante das experiências internacionais.

Palavras-chave: microeletrônica; políticas; governamentais; NAMITEC; desenvolvimento

1.Introdução

A indústria de semicondutores é a base do paradigma tecno-econômico por ser capaz de penetrar amplamente em todos os setores da economia, estando presente em uma variada gama de produtos, processos e serviços que geram um dinâmico sistema de inovações tecnológicas e organizacionais. Representando pelo menos 70% do mercado mundial de componentes eletrônicos (SBMicro, 2006), movimentou US$ 255 bilhões em 2008 (Gutierrez e Mendes, 2009) e é a segunda indústria que possui a maior margem de lucro, cerca de 20%, superada somente pela indústria farmacêutica (Carvalho, 2006).

Com a reestruturação produtiva e a crescente tendência de especialização vertical na indústria mundial de semicondutores, houve uma separação entre as atividades de projeto e as de manufatura, criando um amplo mercado de projetos (design) de circuitos integrados, particularmente em segmentos menos padronizados e oligopolizados, como os circuitos integrados de aplicações específicas (ASICS), propiciando oportunidades para novos entrantes, como o Brasil.

Após a abertura econômica realizada no início da década de 90, a produção de componentes semicondutores no país foi praticamente interrompida, devido ao fechamento da maioria das empresas. O resultado imediato da perda da capacidade da produção local em atender a demanda doméstica foi o crescente déficit na balança comercial, que vem se acumulando nestas duas últimas décadas.

Ao longo dos anos, as propostas do Programa Nacional de Microeletrônica têm sido incorporadas por outras políticas e planos governamentais. O objetivo deste artigo é apresentar a evolução do marco-regulatório das políticas governamentais para a internalização da indústria de semicondutores no Brasil, assim como apresentar seus principais programas e os resultados de uma série de entrevistas que visou avaliar estas políticas, realizada com 13 especialistas desta área no país. O presente artigo está organizado em cinco itens: o primeiro item dedica-se à introdução; o segundo item traz uma breve descrição da cadeia de valor da indústria de semicondutores; o terceiro item descreve as principais políticas governamentais de incentivo à área de microeletrônica; o quarto item apresenta o resultado das entrevistas com especialistas na área de microeletrônica, avaliando a implementação do Programa Nacional de Microeletrônica; o quinto item dedica-se às considerações finais.

2. Políticas Governamentais para Microeletrônica no Brasil

O Brasil foi um dos primeiros países em desenvolvimento a utilizar e produzir equipamentos eletrônicos. Até o final dos anos 80, existiam 23 empresas instaladas no Brasil, representando significativa produção de computadores e periféricos, além de componentes microeletrônicos (MCT, 2002).

No início da década de 90, a indústria de semicondutores brasileira sofreu uma perda drástica da sua capacidade produtiva, decorrente de diversos fatores de ordem econômica, política e tecnológica, tanto no âmbito nacional quanto internacional. No âmbito nacional, as políticas que mais prejudicaram a indústria brasileira de semicondutores foram o fim da política de reserva de mercado e a intensa e abrupta abertura para as importações no setor realizada pelo governo Collor (1990-1992). Outro fator importante para a perda da capacidade produtiva da indústria de semicondutores foi a alteração da "Lei da Informática" (Lei 8248) de 1991.

Do ano de 1991 até o ano de 2001, esta lei era o único instrumento de política para regular o complexo eletrônico brasileiro. A Lei estabelece que as empresas que aplicarem um dado percentual da sua receita bruta com bens e serviços de informática em pesquisa e desenvolvimento (P&D) poderão beneficiar-se da redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) sobre os produtos para os quais estejam cumprindo o Processo Produtivo Básico (PPB) (Guttierez & Alexandre, 2003). Os problemas da Lei da Informática decorrem do estímulo a atividades de montagem de produtos com componentes importados, predominante na indústria eletroeletrônica brasileira:

> "Em geral, o PPB para produtos eletrônicos restringe-se à montagem pura e simples desses itens no País a partir de um conjunto total de componentes que podem ser importados. Existem algumas variações em relação a essa situação como a exigência de nacionalização de gabinetes ou placas de circuito impresso nuas de grande volume em compensação à importação de alguns módulos ou subconjuntos já montados. No entanto, a esmagadora maioria dos componentes eletrônicos, aí incluídos os circuitos integrados, é sempre importada por inexistir a sua fabricação local"(Gutierrez e Alexandre, 2003: 168).

Os produtos para os três segmentos analisados – informática, telecomunicações e consumo – com raras exceções, projetados no exterior, são recebidos no país na forma de kits.completos para montagem, principalmente na Zona Franca de Manaus. Isso reduz enormemente a cadeia de suprimentos para o montador final, ao mesmo tempo em que inviabiliza o desenvolvimento de uma indústria de componentes no Brasil, tornando a cadeia eletrônica frágil e agravando o problema da dependência de elos – de projeto e de produção de componentes – que estão fora do País. Vale ressaltar também que a simples realização da montagem final agrega pouco ao valor dos produtos, e não estimula a demanda e fabricação de produtos nacionais (MCT, 2002).

> "Como a Lei não exigiu índices mínimos de nacionalização para os produtos eletrônicos montados ou fabricados no Brasil, esta não estimulou a demanda por componentes semicondutores fabricados no país. As empresas multinacionais foram as primeiras a desativar a produção, passando a atender seus clientes no Brasil via importações." (MCT, 2002:54)

O resultado destas políticas foi o crescente déficit na balança comercial de microeletrônica do país. O acúmulo crescente do peso negativo da microeletrônica na balança comercial tornou-se estrutural ao longo dos anos.

> "As exportações brasileiras de componentes semicondutores, em geral de baixa complexidade, passaram de US$ 50 milhões em 2000 para US$ 57 milhões em 2009. As importações, por sua vez, passaram de US$ 2 bilhões em 2000 para US$ 3,2 bilhões em 2009" (Swart, 2010: 269).

Com o agravamento destes sucessivos déficits e o reconhecimento da importância da indústria de semicondutores como um setor base para a inovação tecnológica e a competitividade da economia, iniciaram-se, no ano de 2002, discussões para a formalização do Programa Nacional de Microeletrônica (PNM).

O Programa Nacional de Microeletrônica foi elaborado tendo como referência um documento titulado "Programa Nacional de Microeletrônica - Contribuições para a formulação de um Plano Estruturado de Ações" (MCT, 2002) elaborado pela Secretaria Executiva do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). A elaboração deste documento contou com a contribuição de diversos técnicos e instituições envolvidas no tema, incluindo a Secretaria de Política de Informática do MCT e o Grupo de Trabalho do Fórum de Competitividade, coordenado pelo Ministério de Desenvolvimento da Indústria e Comércio Exterior (MDIC), pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). As propostas apresentadas neste documento eram de caráter preliminar e deveriam ser submetidas à consulta junto aos representantes da indústria, governo, academia e sociedade. O Programa estava dividido em três subprogramas

1) Subprograma de Projeto de Circuitos Integrados (Design Houses)
2) Subprograma de Fabricação de Circuitos Integrados (Foundries)
3) Subprograma de Encapsulamento e Testes (Back-end)

Analisando as diferentes etapas da cadeia produtiva, o documento do MCT (2002) apresentou as barreiras e oportunidades de entrada para cada etapa da cadeia produtiva.

A internalização da indústria de semicondutores no país seria viabilizada pela criação das companhias de projetos (design houses) possibilitada pelas baixas barreiras à entrada, tanto tecnológicas como econômicas, que poderiam ser facilmente transpostas com baixos investimentos e com a utilização das capacidades tecnológicas e de recursos humanos existentes nos grupos de pesquisa e centros de estudos atuantes no Brasil. As principais ações estruturantes para atingir este objetivo foram a capacitação e especialização de projetistas de circuitos integrados em nível de graduação e de pós-graduação; promoção da implementação das design houses, tanto por meio da atração de design houses internacionais, como através da criação de design houses nacionais, estabelecendo-se políticas para facilitar seu acesso ao mercado (MCT,2002).

Outra oportunidade para o Brasil seria a implantação de uma unidade produtiva em prototipagem de circuitos integrados (na escala de foundry de nível 1) que surgiu a partir da doação de equipamentos (tecnologia CMOS- Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) pela empresa americana Motorola. Esta iniciativa resultou em protocolos de intenções com o PNMicro de 2001 e a adesão do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, dando origem ao Ceitec (Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada) (MCT, 2002). A terceira proposta de política para a internalização da indústria de semicondutores seria a atração de Investimento Direto Estrangeiro (IDE) para a implantação de um fábrica (foundry) de larga escala de produção, o que seria viabilizado através de incentivos governamentais.

Para a execução destas iniciativas, desde 2002 o governo vem implementando políticas e programas que têm permitido, em parte, concretizá-las. Estas políticas e programas envolvem medidas mais "horizontais", como a expansão e consolidação do Sistema Nacional Ciência e Tecnologia e Inovação (C&T&I), leis e planos de governo, como também programas específicos ("verticais") para o setor de microeletrônica, entre estes, o Programa CI-Brasil e o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Micro e Nanoeletrônicos (INCT Namitec).

O próximo item do artigo apresentará as principais medidas institucionais e os programas implementados visando a concretização das três principais iniciativas para a internalização da microeletrônica no Brasil.

2.1. O Marco-regulatório da PITCE, da PDP e do PACTI para a internalização da indústria de semicondutores no Brasil

A primeira política de âmbito nacional que estabeleceu o setor de microeletrônica como estratégico para o Brasil foi a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), lançada em março de 2004, com execução focada principalmente no Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC) e no Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). A PITCE teve como objetivo geral aumentar a eficiência da estrutura produtiva da indústria nacional e a capacidade de inovação das empresas, visando expandir as exportações e promover maior inserção do país no comércio internacional. Quatro setores foram selecionados como prioritários para apoio direto e indireto: fármacos, software, bens de capital e semicondutores.

Os instrumentos da PITCE utilizados para viabilizar objetivos gerais e setoriais ganharam um novo fôlego nas diretrizes governamentais com o Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional 2007-2010 (PACTI), e da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), lançado no ano de 2008, na medida em que estas políticas reforçaram como área estratégica o setor de semicondutores.

Outras políticas governamentais também consolidaram as medidas para atração de investimentos para o setor de microeletrônica, ao propor o Programa de Atração de Investimentos Estrangeiros em Microeletrônica (PAIEM) e o Programa de Atração de Investimentos em Displays (PAIED) e o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS). Os incentivos e benefícios são disponibilizados tanto para empresas da área de projetos, como para empresas de fabricação de circuitos integrados.

Os programas específicos para a internalização da indústria microeletrônica- o Programa CI-Brasil e o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Micro e Nonoeletrônicos (INCT Namitec) e a implantação do Ceitec- estão descritos na próxima sessão do artigo.

2.2. O Programa CI-Brasil, o INCT Namitec e o Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada- Ceitec

O Programa CI-Brasil foi elaborado para atuar em duas frentes. Numa frente, objetiva-se atrair para o Brasil uma parcela das atividades de projeto de circuito integrado, desenvolvidas internacionalmente por empresas do setor de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), fabricantes de componentes semicondutores e empresas independentes especializadas em projetos de circuitos integrados.

A segunda frente, que contribui decisivamente para a concretização da anterior, visa a criação de condições que propiciem a constituição de design houses brasileiras e o desenvolvimento de atividades de projeto de circuitos integrados em empresas brasileiras de TIC.

Além das design houses, foi proposto no âmbito do Programa CI-Brasil centros regionais destinados às atividades de treinamento e capacitação, envolvendo diretamente as universidades, centros de pesquisa e incubadoras que atuam como parceiras locais de cada design house.

O Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), localizado em Campinas e o Ceitec, localizado em Porto Alegre, foram escolhidos como unidades âncora na implantação do Programa CI- Brasil, uma vez que já dispõem de instalações e equipamentos para as etapas do processo de concepção, desenho, fabricação e teste de circuitos integrados.

Nestes institutos de pesquisa foram criados dois Centros de Treinamentos, o CT1 em Porto Alegre e o CT2 no CTI, em Campinas, responsáveis pela formação de 340 projetistas em Circuitos Integrados até o final de 2009 (Swart, 2010). No tocante à criação/atração das design houses, no âmbito deste programa, foram criados sete centros de projetos de circuitos integrados: Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica

Avançada (Ceitec); Centro de Pesquisa Renato Archer (CTI); Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI-TEC); Centro de Ciência, Tecnologia e Inovação do Polo Industrial de Manaus (CT-PIM); Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife (CESAR), Laboratório para Integração de Circuitos e Sistemas (LINCS); Centro para Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE) e Centro de Pesquisas Avançadas Werher Von Braun. Estes centros de projetos receberam recursos para aquisição de equipamentos, infra-estrutura, aquisição de licenças de uso para as ferramentas de projetos de circuitos integrados (Eletronic Design Automation - EDA) e também bolsas de estudos para projetistas de circuitos integrados. Além destes Centros de Projetos, outros 15 centros de projetos entre empresas transnacionais e startups são apoiados pelo programa CI-Brasil.

Somando e interagindo com o Programa CI-Brasil na formação de recursos humanos (em nível de graduação e pós-graduação), é bastante representativa a atuação do Instituto Nacional de Sistemas Micro e Nanoeletrônico (INCT Namitec), ao reunir, em rede, os principais Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs) que atuam na formação e pesquisa em semicondutores no Brasil.

O INCT Namitec é composto por 132 pesquisadores vinculados a 27 unidades de pesquisa sediadas em 23 instituições de 13 estados brasileiros nos domínios da física, química, ciência da computação, engenharia elétrica/eletrônica e ciências agrárias. Seu objetivo principal é:

> "...realizar pesquisa e desenvolvimento em sistemas micro e nanoeletrônicos integrados inteligentes, que propiciem a realização de sistemas eletrônicos autônomos tais como redes de sensores inteligentes, sistemas embarcados e sistemas auto-ajustáveis, com aplicações em particular em agricultura de precisão, no controle ambiental, em energia, na instrumentação biomédica, na indústria automotiva e aeroespacial e nas telecomunicações" (Namitec, 2011:s/p)

A segunda iniciativa planejada no Programa Nacional de Microeletrônica, implantar uma fábrica (foundry) de semicondutores está na fase final para a operação. O Ceitec é a única foundry de semicondutores no Brasil e na América Latina. Foi criado em 2008, na cidade de Porto Alegre (Rio Grande do Sul), é uma empresa pública federal que possui duas unidades principais: um centro de pesquisa e desenvolvimento (inaugurado em 2009), e uma unidade fabril (inaugurada em 2010 mas que entrará em operação em 2012). O aporte de investimentos realizado pelo governo federal foi da ordem de R$450 milhões. (CEITEC S.A, MCT, 2010)

A finalidade do Ceitec é desenvolver e produzir circuitos integrados voltados a aplicações específicas (ASICs), capacitando o Brasil com conhecimentos tecnológicos e recursos humanos qualificados na área. Seu modelo de negócios concilia o desenvolvimento de produtos próprios para a fabricação em sua unidade fabril ou de terceiros e a utilização da fábrica para a produção de chips de outras empresas.

Resumidamente, conclui-se que as três iniciativas inicialmente propostas pelo Programa Nacional de Microeletrônica (PNM) estão sendo implementadas a partir dos: 1) planos e políticas de governo (PITCE, PACTI e PDP) e seus diversos incentivos e benefícios fiscais (PADIS, PAIEM, PAIED) e demais instrumentos para inovação nas empresas; 2) nos programas CI-Brasil, INCT-Namitec e, 3) na criação do Ceitec.

Estas políticas foram objetos de análise pelos especialistas na área de microeletrônica que registraram suas opiniões e impressões em uma série de entrevistas, discutidas no próximo item do artigo.

3. Políticas Governamentais para Microeletrônica no Brasil: a opinião dos especialistas

Em março de 2011 foram realizadas entrevistas com 13 especialistas em microeletrônica do país. Entre os especialistas selecionados, 7 são professores e coordenadores de importantes laboratórios de microeletrônica de grandes universidades públicas; 3 são coordenadores da área de microeletrônica de Institutos de Pesquisas; 02 entrevistados são membros (presidente e ex-presidente) da Associação Brasileira de Microeletrônica e 01 é membro de uma grande empresa de base tecnológica. A escolha desses

profissionais deveu-se ao envolvimento e importância deles com as políticas governamentais de microeletrônica.

As entrevistas tiveram como metodologia uma abordagem explanatória sobre os resultados das políticas governamentais relacionadas às três iniciativas priorizadas pelo governo federal para a internalização da indústria de semicondutores no Brasil, buscando colher opiniões qualitativas dos entrevistados sobre essas políticas. Vale destacar, que não se pretende neste artigo realizar avaliações das políticas, mas sim sintetizar as opiniões dos entrevistados sobre os planos e programas do governo nesta área.

Há unanimidade na concordância sobre o diagnóstico do PNM em propor as 2 iniciativas (a formação e capacitação de recursos humanos, a criação das design houses e a implantação do Ceitec) como primordiais para se iniciar a internalização da indústria de semicondutores no Brasil. Contudo, os entrevistados questionaram a necessidade atração de IDE para constituir uma foundry em larga escala no país, como sendo um requisito primordial para se participar do mercado mundial de semicondutores.

Também afirmaram que os resultados existentes hoje no país significam um avanço na área de microeletrônica, considerando a situação do país no início da década 90. Porém, todos os entrevistados consideram que estes avanços são bastante tímidos, diante do atraso do Brasil nesta área. Segundo o depoimento de um dos especialistas

> "...existe uma inércia grande para ser vencida, e a força é pouca diante do atraso tecnológico do Brasil. Pode-se dizer que se despertou para a possibilidade de se fazer circuito integrado no Brasil; no entanto, afirma-se que estamos distante de uma efetiva política industrial de Estado".

Os entrevistados também afirmaram que, desde a formulação do PNM em 2002, os avanços do marco-regulatório para se internalizar a indústria de microeletrônica foram notáveis. Porém, acrescentaram que estas políticas estão dispersas entre os diversos institutos e órgãos do governo, além de existir uma grande burocracia para a obtenção de recursos.

Questionados sobre as políticas de formação e capacitação de recursos humanos, os entrevistados argumentaram que os resultados dos Programas CI-Brasil e o INCT Namitec mostram um esforço neste sentido. Porém, os especialistas argumentaram que existe a necessidade de formar recursos humanos de maneira alinhada com a formação do ensino técnico, graduação, pós-graduação e Centros de Treinamentos do Programa CI-Brasil. Atualmente, a maioria dos programas de graduação não apresenta disciplinas que proporcionem ao aluno noções básica de microeletrônica. Diversos especialistas afirmaram que os cursos técnicos em eletrônica também são limitados nessa área. Segundo um dos entrevistados:

> "... os Centros de Formação estão habilitando os projetistas, enquanto estes já deveriam saber trabalhar com as ferramentas de microeletrônica na graduação, para serem a partir daí treinados nos Centros de Treinamento. A função do Centro de Treinamento é de treinar, e para ser treinado, supõe-se que algum conhecimento já esteja consolidado. Hoje os Centros de Treinamento são centros formativos e não de treinamento. A estratégia da PNM deveria incorporar o esforço de inserir a microeletrônica nas cadeiras do ensino técnico e na graduação. Este seria um avanço para a PNM na formação de recursos humanos para a pós-graduação. Também seria um trabalho praticamente sem custos que iria impactar fortemente os resultados e desempenhos dos projetistas formados nos Centros de Treinamento do Programa CI-Brasil ".

É preciso ressaltar a importância do INCT Namitec na formação de recursos humanos. Segundo os especialistas, este INCT possibilitou a inclusão da microeletrônica em grupos jovens e pequenos, ou seja, de pesquisadores periféricos no cenário da microeletrônica do país. Atualmente, existe uma disseminação da

microeletrônica em todas as regiões do Brasil possibilitada pelo INCT Namitec. Assim, estudantes de pós-graduação orientados por professores de universidade periféricas estão tendo acesso à infra-estrutura e recursos humanos dos grandes centros.

Outra recomendação importante dos especialistas para a formação dos recursos humanos na área de microeletrônica é a introdução de cursos de formação básica em negócios e empreendedorismo para a área tecnológica.

Para os entrevistados o maior desafio do Programa CI-Brasil, que implementou 7 das 14 companhias de projeto (design houses) nacionais, é garantir a interação competitiva destas com o mercado nacional e internacional. O depoimento de um dos entrevistados sintetiza e explica o argumento dos demais entrevistados:

> "As design houses, foram implantadas com recursos públicos, estão no mesmo formato da Universidade, e estas precisam ter uma visão de negócios. O desafio está na interação das design houses com o mercado.
>
> A questão das design houses é como arrumar os clientes? Vamos projetar chips para quem e para quê? É lógico que o Brasil tem um mercado promissor para se desenvolver projetos de circuito integrados de aplicação específica (ASIC). Mas ainda não temos a credibilidade com o setor produtivo. Neste sentido, é necessário que as design houses se esforcem para formar um portfolio de clientes e divulguem seus projetos consolidados para ganhar credibilidade. O problema é que as design houses são pequenas e não estão conseguindo fazer este portfólio. Falta criar políticas que propiciem os arranjos cooperativos entre as design houses e o mercado".

Para os especialistas em microeletrônica, ações voltadas à interação das design houses com o mercado foram totalmente esquecidas e precisam ser trabalhadas. De acordo com os entrevistados, não existe nem uma política de Estado, nem uma política setorial vinculando as empresas e as design houses brasileiras, nem políticas para transferência tecnológica. Soma-se a este fato, a característica cultural do Brasil, de fraca interação entre as empresas e as Universidades/Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs).

A argumentação dos especialistas é que os arranjos institucionais elaborados pelas políticas de C&T&I no Brasil estão prontos, porém existe a necessidade de operacionalizá-los através de uma política para gestão das parcerias entre empresas, governo e ICTs, já que

> "...detemos o potencial para desenvolvermos a tecnologia, detemos o mercado, temos dinheiro, temos recursos humanos e parques industriais, mas falta a política que eleja um produto que deva ser desenvolvido para um nicho de mercado brasileiro e que, posteriormente, alcance o mercado internacional" .

Os entrevistados mencionaram experiências internacionais que mostram que a crescente complexidade tecnológica das inovações e seus elevados custos exigem competências diversificadas para seu desenvolvimento, o que pode ser obtido através de arranjos multiorganizacionais que poderiam ser estimulados por políticas de cooperação entre as design houses e o setor produtivo. Os especialistas afirmam que a constituição desses arranjos, através de legislações e decretos não é condição suficiente para internalizar a indústria de microeletrônica no Brasil. Apesar dos avanços na elaboração das políticas de incentivos e benefícios específicos para a área de microeletrônica, destacando o PADIS (Lei nº 11.484/2007), não há nenhuma empresa fabricante de semicondutores beneficiada com estes incentivos. Além disso, o Brasil conta com apenas uma fábrica de encapsulamento de memórias SDRAM, duas de semicondutores discretos (componentes isolados, não circuitos integrados, tais como diodos transistores, etc, utilizados, por exemplo, na fabricação de fontes de alimentação) e uma empresa de projeto de circuitos integrados pertencentes a uma empresa multinacional.

A criação do Ceitec S.A. acrescenta um elemento importante para este esforço. Sua implantação traz uma relativa independência na fabricação de circuitos integrados no Brasil. Todos os especialistas reconhecem a importância estratégica de uma fonudry de semicondutores, mesmo com baixa escala de operação, seja pela sua utilização pelas universidades e centros de pesquisa, como para a formação de recursos humanos em tecnologias de processamento de silício e dispositivos micro e nano-eletrônicos, e também para execução de projetos que envolvam a segurança nacional. Além disso, admite-se que uma foundry (nível 1) representa o menor investimento possível para se iniciar o adensamento da cadeia produtiva de semicondutores no Brasil.

O adensamento da cadeia produtiva da indústria de semicondutores, proposto pelas políticas governamentais contemplava também a atração de investimentos direto estrangeiro para a implantanção de uma foundry de produção em larga escala. Contudo, a maioria dos especialistas acredita que dada a especialização vertical da indústria de semicondutores, é possível o Brasil capacitar as design houses para estas se transformarem em empresas fabless, sem a necessidade fundamental de se implantar uma foundry de produção em larga escala.

Dessa maneira, para os especialistas em microeletrônica, desenvolver uma aplicação para um nicho de mercado específico, rever a Lei da Informática e utilizar as compras do governo são caminhos que podem ser percorridos se houver a articulação de uma política tecnológica que desenvolva mecanismos de transferência de tecnologia em arranjos cooperativos entre o mercado e as design houses.

4. Conclusão

Ao longo de quase dez anos do lançamento do Programa Nacional de Microeletrônica, pode-se concluir que os avanços do marco-regulatório para internalizar a indústria de semicondutores no país são evidentes e priorizados nas políticas governamentais como a PITCE, o PACTI e a PDP. Atualmente, existem políticas e recursos para promoção da inovação tecnológica nas empresas e diversos programas de atração de investimento, incentivos e benefícios fiscais para a área de microeletrônica, como o PADIS, PAIEM e PAIED.

No entanto, estes planos e programas de incentivos e benefícios não foram condições suficientes para atrair investimentos diretos de empresas transnacionais. Dentre as iniciativas elaboradas pelo Programa Nacional de Microeletrônica, somente duas foram implementadas: 1) a formação e capacitação de recursos humanos e a criação de companhias de projetos (design houses); 2) uma unidade produtiva de prototipagem de circuitos integrados (Ceitec), prevista para entrar em operação em 2012.

Apesar da relevância de se internalizar a indústria de semicondutores no país ter sido reconhecida nos planos de governo tornando-se objeto de políticas governamentais, os resultados concretos destas políticas se mostram modestos diante das experiências internacionais. De acordo com os especialistas da área, a atuação do governo não vem sendo efetiva para incentivar empresas que demandem o projeto dos circuitos integrados das design houses nacionais, que é o ponto fundamental para a efetivação das políticas governamentais e principalmente, da continuidade do Programa CI-Brasil.

O desafio existente para concretizar os objetivos das políticas de internalização da indústria de semicondutores é desenvolver as interações entre o mercado, as design houses e as Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs). Para que ocorra esta interação é fundamental que se criem instrumentos de política que incentivem o uso de componentes produzidos nacionalmente, ou seja, a montagem de equipamentos eletrônicos deveria incorporar, na Lei da Informática, requisitos mínimos de componentes nacionais.

Segundo especialistas, somente conseguiremos participar da indústria mundial de semicondutores se formos competentes para organizarmos os arranjos cooperativos de transferência de tecnologia entre empresas, ICTs e o governo, pois se dependermos das forças de mercado continuaremos a importar as soluções tecnológicas e os resultados já conquistados, principalmente do Programa CI-Brasil, em formar recursos humanos e criar as design houses estarão comprometidos.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq por financiar este projeto, bem como a todas as pessoas que colaboraram para o avanço do mesmo.

Referências

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO DAS EMPRESAS INOVADORAS (ANPEI). Guia Prático de Apoio à Inovação. s/d. 102p. Disponível em: <http://proinova.anpei.org.br/ClickDownload.asp?arquivo=/Downloads/Guia_Inovacao_Empresas.pdf>. Acesso em: 30/01/2011.

CAMPANARIO, M. A.; SILVA, M. M. da; COSTA, T. R.. Política Industrial de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria Brasileira de Semicondutores. In: Revista de Ciências da Administração, v. 11, n. 24, p. 69-101, maio/agosto 2009. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/download/12183/12617>. Acesso em: 02/03/2011.

CARVALHO, P. Uma perspectiva para a indústria de semicondutores no Brasil: o desenvolvimento das "design houses". Campinas, SP: [s.n.], 2006. Disponível em: < http://cutter.unicamp.br/document/?down=vtls000406618>. Acesso em: 02/01/2011.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DE ELETRÔNICA AVANÇADA S.A (CEITEC) S.A. Relatório Anual 2010. Disponível em: <http://www.ceitec-sa.com/assets/documentos/RELATORIO_2010_web_sem_imagens.pdf>. Acesso em: 22 de jun. de 2011.

GUTIERREZ, R. M. V. e LEAL, C. F. C. Estratégias para uma Indústria de Circuitos Integrados no Brasil– BNDES Setorial – Março 2004, n. 19, p. 3-22. Disponível em: < http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1901.pdf>. Acesso em: 22/06/2011

GUTIERREZ, R. M. V.; ALEXANDRE, P. V. M.. COMPLEXO ELETRÔNICO BRASILEIRO E COMPETITIVIDADE. In: BNDES Setorial. Rio de Janeiro, n. 18, p. 165-192, set. 2003. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1805.pdf>. Acesso em: 02/03/2011

ASPECTOS DA CONSTRUÇÃO DE UM PORTAL CORPORATIVO: O CASO DO PORTAL GAIA-CTI

Leonardo Francisco, Sergio de Oliveira Caballero
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Tecnologia de Suporte a Decisão
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas, SP
{leonardo.francisco; sergio.caballero}@cti.gov.br

Resumo

O artigo discorre sobre o projeto de iniciação científica que envolve a construção do Portal GAIA-CTI. Tratado com caráter técnico do momento de elaboração dos requisitos e necessidades, passando por detalhes de implementação e testes para a homologação do trabalho final.

Palavras chave: Internet, portal corporativo, disseminação do conhecimento, aprendizagem organizacional, testes

1. Introdução

O GAIA (Grupo de Apoio à Inovação e Aprendizagem Organizacional) é um grupo de pesquisa multidisciplinar com sede no CTI (Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, Ministério da Ciência e Tecnologia) que atua na área de aprendizagem organizacional e inovação, gerando conhecimento e aplicando-o como ferramenta de base para desenvolvimento do capital intelectual para empresas e outras organizações. A fim de auxiliar a disseminação do conhecimento relacionado com as áreas de atuação do GAIA, foi criado um projeto para implantar um portal corporativo na internet. O objetivo é integrar não apenas dados, mas também os diferentes atores responsáveis pela inovação no país; a saber, instituições de ensino/pesquisa (públicas e privadas), empresas, Governo e agentes multiplicadores diversos (como professores universitários e gestores empreendedores). Para isso, foi planejado o desenvolvimento e integração de ferramentas para compartilhar o material publicado e pesquisado pelo grupo, assim como informações relevantes em forma de artigos, notícias, vídeos, material institucional, divulgação de eventos, e plataformas de colaboração como fórum, wiki, blog e ferramenta de ensino à distância, entre outros.

Segundo Alessio (2004, p.5), “a articulação entre os setores produtivos, governo, instituições de ensino e pesquisa deve prever a consolidação de relacionamentos já existentes e ainda, propor novas formas para a inovação tecnológica, melhoria da qualidade e produtividade”.

Para o projeto inicial, foi então elaborado um mapa conceitual com a descrição das necessidades do portal e as soluções viáveis em termos de serviços e ferramentas constituintes de um portal na internet. Foram discutidas as diversas etapas pelas quais o processo seria submetido, a realidade necessidade/possibilidade/viabilidade do projeto como um todo e de seus serviços individualmente.

Para a implementação do sistema, foi contratada uma empresa especialidade na criação de sites, responsável pela programação e arte do sistema. Na etapa inicial foi desenvolvido um documento contendo critérios para a aceitação do trabalho produzido pela empresa contratada. Foi fundamental nesta etapa criar um vínculo entre as equipes técnicas de ambas as instituições (GAIA e agência contratada), utilizando os critérios de aceitação, com o propósito de se alcançar o objetivo proposto pelo projeto conceitual com mais clareza, já que envolve conhecimentos e detalhes específicos de ferramentas voltadas para a área de pesquisa, divulgação e colaboração em um mesmo ambiente.

O Portal GAIA se enquadra no perfil de portal corporativo, por ser um grande serviço que agrega conteúdo (vídeos, textos, notícias) das áreas de atuação do grupo, colaboração (sistemas de informação colaborativos - wiki, blog, fórum, ferramentas de ensino à distância), conhecimento (publicações, pesquisas, artigos e notícias) e aplicativos transacionais, todos numa interface única. Este tipo de portal tem por objetivo facilitar o acesso às informações digitais no contexto organizacional, fornecendo um espaço organizado para agregar os dados disponíveis.

É importante observar que, apesar de grande semelhança com os portais públicos[7] tecnologicamente, e apesar de servir a vários grupos de usuários na internet, a proposta de um portal corporativo é diferente. Enquanto os portais públicos atendem ao maior número possível de usuários na web e seu conteúdo agrega informações suficientes para atrair o público em geral, os portais corporativos são dedicados ao propósito institucional, fornecendo informações e serviços dentro de um determinado contexto de interesse referente à instituição.

2. Análise de requisitos e funcionalidades

Após a definição da proposta foi criado um projeto conceitual contendo a área abrangida pelo sistema que viria a ser desenvolvido. Entre os itens, destacam-se o objetivo do portal proposto, um resumo do sistema como um todo, os públicos-alvo, os serviços que necessitariam ser contratados, as diretrizes estratégicas (nas quais se enquadram as propostas de 3 espaços fundamentais não exclusivos entre si - um espaço para comunicação, um espaço de conteúdo e outro espaço de gestão interna - como na figura 1).

O espaço de comunicação destinado à interação com o público, com informações sobre o grupo - institucional (atuação, pesquisadores participantes, produção, etc.) e referentes à área de pesquisa do grupo.

O espaço de conteúdo destinado à divulgação de material científico-acadêmico, como textos, vídeos, apresentações, áudio e semelhantes, e ferramentas colaborativas para produção e disseminação de conhecimento nas áreas de interesse do grupo e dos públicos-alvo.

O espaço de gestão interna reservado para a coordenação de atividades do grupo, envolvendo ferramentas como calendário compartilhado, workflow e administração de conteúdo das áreas do portal.

Seguindo a divisão dos espaços, foram listados os requisitos e funcionalidades de cada um deles.

Após a elaboração do projeto conceitual contendo o mapa do portal, o processo continuou com uma etapa de análise. Nesta etapa, analisaram-se minuciosamente cada um dos itens propostos no projeto conceitual, iniciando-se por uma avaliação técnica das necessidades. Para cada uma das necessidades, coube observar a viabilidade da proposta e os requisitos práticos (os requisitos técnicos foram criados de modo a permitir a mensuração quando um requisito tenha sido completado). Concomitantemente, foi observada a possibilidade da existência de ferramentas prontas no mercado que pudessem atender às necessidades de forma prática, sem a necessidade de se criar ou desenvolver outras. Como resultado desta tarefa, eliminaram-se do projeto inicial itens que eram inviáveis por motivos diversos, e então agrupados ou mesmo mesclados itens que poderiam funcionar de forma integrada se dispostos sob outra perspectiva.

[7]O termo portal público faz referência ao portal que não se enquadra no conceito de corporativo, e é utilizado aqui apenas para diferenciá-los. É importante observar que os portais corporativos são também públicos. Ref. [3].

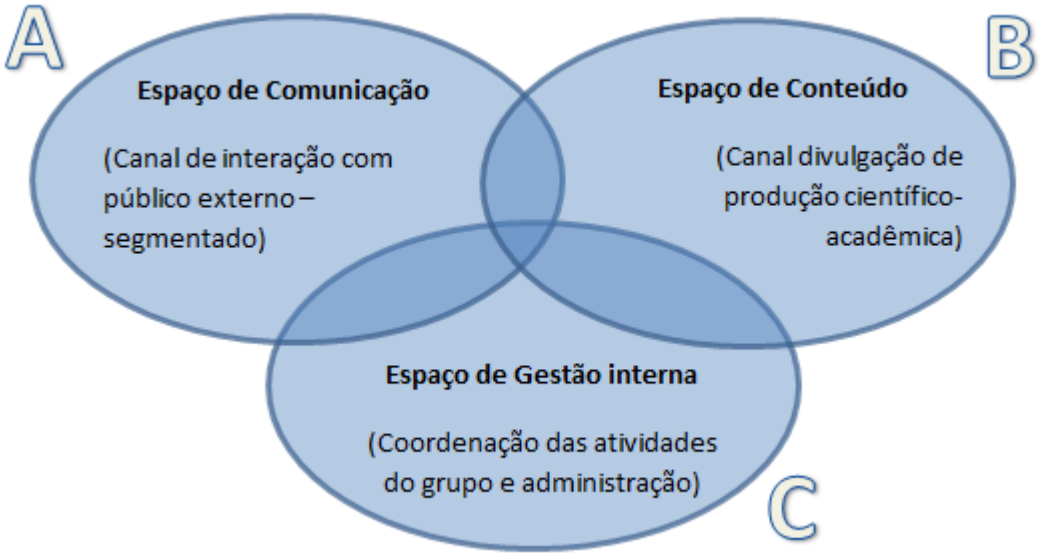


Fig. 1 - Espaços estratégicos atendidos pelo portal

Projetos da magnitude proposta possuem grandes riscos em diversas direções. Para Cristine Gusmão et al. [8], "os princípios básicos da gerência de risco são os fatores norteadores das atividades que precisam ser desenvolvidas, e a identificação dos riscos é a atividade inicial de um projeto de software, que objetiva um levantamento preliminar de todas as possibilidades de riscos existentes no projeto, sendo o aspecto mais importante da atividade de identificação de riscos compor uma documentação formalizando os dados coletados".

Para minimizar os riscos e possivelmente prever e preparar uma provável mudança de rumo que o projeto poderia vir a ter nos cenários que se seguiram, foi elaborado um documento de análise de riscos. No documento, foram descritos os pontos com detalhes de riscos e eventuais conseqüências dada uma série de diferentes circunstâncias. Para cada item, foram atribuídos pesos para a probabilidade e o impacto resultante. O valor resultante da multiplicação dos 2 fatores então resultam no peso que o risco proporciona ao projeto, e que deveria receber uma maior atenção a cada nova etapa, e, em alguns casos, durante as etapas.

As entregas da aplicação desenvolvida foram feitas seguindo 6 etapas pela empresa contratada. As etapas foram classificadas como:

a) Etapa 1 - Planejamento estratégico

Nesta etapa, o projeto conceitual definido pelo grupo foi discutido com a empresa contratada, responsável pelo desenvolvimento da aplicação. Ficou definido o uso do framework de desenvolvimento Joomla, que atendia às necessidades do projeto de forma satisfatória.

b) Etapa 2 - Planejamento de Interface, Design e Usabilidade

Nesta etapa, foi definido junto à agência o design final para o site, levando em consideração questões como interface usuário e usabilidade das ferramentas. O portal deveria seguir o padrão apresentado na fig. 2.

Fig. 2 - Padrão e design do layout principal do portal

c) Etapa 3 - Acessibilidade e Padrões Web (Web Standards)

Nesta etapa foram definidos os padrões de acessibilidade. Foi incluída no projeto a exigência do padrão W3C International para o conteúdo, a fim de maximizar a compatibilidade de acesso para os usuários.

d) Etapa 4 - Arquitetura de Informação e Otimização

Nesta etapa foi definida a estruturação do conteúdo do portal, incluindo um detalhamento sobre a funcionalidade e aplicação das ferramentas, menus, páginas, sistemas internos de informação e mapa do site.

e) Etapa 5 - Animações e conteúdo

Nesta etapa foi transferido para a aplicação todo o material do conteúdo que ficaria disponível no portal, como textos, artigos, notícias, vídeos, entre outros.

f) Etapa 6 - Implementação e Gestão do site

Nesta etapa, foi projetado e testado o funcionamento do servidor ao qual a aplicação ficaria hospedada, bem como foi analisado o desempenho e instalação de outros componentes necessários sobre o funcionamento completo para publicação final do portal.

As etapas descritas foram importantes para observar que uma análise de risco elaborada no início do planejamento do projeto como um todo e sua aplicação no decorrer das fases de desenvolvimento e testes da aplicação criam "a perspectiva de se obter alternativas e planos de contingências para se mitigar os riscos." [8]. Nessa linha de pensamento, a divisão do projeto em etapas possibilitou uma visão mais focada, sem perder a visão do todo, adiantando possíveis pontos que poderiam vir a atrasar o projeto.

3. Criação de critérios para homologação da entrega

Definidas as etapas de desenvolvimento do projeto, uma fase importante no processo é a elaboração de critérios para aceitação das entregas por parte dos programadores da aplicação. Neste sentido, é importante, portanto, a fase de validação dos requisitos, em um esforço onde são examinadas as especificações da aplicação, de forma que se assegure que seus requisitos foram detalhados e explicitados

sem ambigüidades de contexto, inconsistências e omissões, e os erros detectados e corrigidos. Para tal, foi analisada a proposta minuciosamente a fim de se obter todos os requisitos de forma explícita e em um nível de detalhamento suficiente para evitar ambigüidades que pudessem vir a atrapalhar o andamento do processo em uma fase mais avançada do projeto.

Para a determinação dos critérios, devem ser levados em consideração todos os riscos que são envolvidos pela elaboração da aplicação, expostos na análise de risco das fases anteriores.

Foi elaborado então um documento, contendo uma lista dos critérios que seriam utilizados para homologar as entregas após os devidos testes. Tais critérios foram elaborados com caráter técnico detalhado, especificando-se desde o propósito da ferramenta ou funcionalidade, até as características de implementação que deveriam ser contempladas, de acordo com o estudo explicitado acima.

4. Plano de Testes

As entregas da aplicação desenvolvida, foram feitas seguindo-se 6 etapas pela empresa contratada. Para cada uma das etapas, foi elaborado um plano de testes. Um plano de testes contém uma série de pontos que necessitam ser testados para que se validem os critérios para aceitação da etapa. Para cada ponto de teste listado no plano de testes, foi elaborado um test case [8].

Test Case é um procedimento detalhado que efetua testes completos em uma característica ou um aspecto de um recurso, observando-se como tal deve funcionar. Enquanto o plano de teste descreve o que testar, o test case descreve como executar um teste particular, com detalhes, passos e ações, dadas determinadas condições. É elaborado para identificar todos os defeitos na estrutura interna da aplicação, seguindo um conjunto de modelos e situações que explorem o recurso a fundo, até o nível da codificação. É este processo que vai permitir na fase de testes verificar se a aplicação atende aos requisitos funcionais técnicos. Da mesma maneira, são detalhados os passos e seqüencia da execução dos test cases em um documento chamado de plano de execução (geralmente vinculado ao primeiro) sendo parte integrante do plano de testes.

Com base no documento contendo os critérios de aceitação da aplicação, foram listados todos os pontos que deveriam estar contemplados ao final de cada etapa. Partindo-se da listagem, foram definidos detalhes de funcionamento do ponto em questão, características visuais, e outras características técnicas, às quais foram dadas maior atenção. É importante que essa fase passe por várias revisões para diminuir eventuais erros na fase de testes devidos à má elaboração dos test cases, evitando-se assim se se perder muito tempo reconstruindo situações que antes não estavam previstas e passando por processos de novos testes.

Ao elaborar um test case, devem ser detalhados: o cenário da funcionalidade, os requisitos iniciais obrigatórios para que seja possível iniciar-se o teste, as características de funcionamento, todos os passos que devem ser seguidos para se testar a funcionalidade em questão, os resultados esperados de cada teste e pontos críticos, que exigirão maior atenção durante a fase de testes.

5. Testes

A fase de testes contempla a execução do plano de testes. Em média, 50% do tempo total de um projeto de software como o da aplicação em questão é gasto nesta fase. Durante o projeto do portal, os

[8] Test case: também chamado de “caso de teste”, em português, é uma listagem descritiva que inclui dados de entrada, ações e condições gerais para a execução do teste e os resultados esperados.

testes sobre as funcionalidades foram executados em seqüência às entregas referentes a cada etapa, ou seja, para cada nova etapa concluída, executou-se um plano de testes.

Para cada um dos planos de testes elaborados (referentes a cada etapa do projeto), foram classificados os pontos que necessitariam de mais tempo para serem testados e os que possuíam um maior detalhamento nos passos descritos nos test cases. Geralmente, a esses testes, estavam associadas listas de possíveis erros com grandes chances de serem observados. Em geral, para funcionalidades críticas são esperadas quantidades consideráveis de erros.

Para cada test case, foram executados os passos descritos e analisado com atenção o comportamento da aplicação, observando-se a correlação da execução de cada passo com o respectivo resultado esperado.

Os testes em si não dependem apenas do funcionamento aparente, e sim de um funcionamento completo, difícil de ser observado. Esses testes levam em consideração o contexto no qual uma funcionalidade está inserida, e seu funcionamento pode sofrer variações ao longo do tempo, tornando a análise um pouco mais complicada.

No momento da execução dos passos descritos, para cada teste que resultou em erro, uma nova entrada em uma planilha era criada. A planilha, chamada de Bug List, (lista de bugs, ou erros) funcionou como controle para os passos que se seguem ao erro: a notificação devida do erro aos programadores responsáveis pela funcionalidade, o estado da notificação (corrigido ou não), detalhes a respeito do erro, e o principal, a seqüência de passos que foram feitas para se observar a falha da aplicação, para que pudesse ser reproduzido pelos programadores de forma fiel ao que foi testado, reduzindo o tempo necessário para se descobrir maneiras de se reproduzir o erro.

Depois de notificados os erros aos programadores, um prazo pré-estabelecido se segue a fim de quem os programadores tenham tempo hábil para proceder com as devidas correções. É importante que se teste novamente outras funcionalidades após a correção de um erro, para evitar que erros produzidos em cascata afetem outras funcionalidades já testadas.

As notificações dos bugs (ou erros) foram feitas em um ambiente próprio para as equipes técnicas, seguindo-se um padrão de prioridade pré-estabelecido, a ser observado pelos programadores. Os bugs foram classificados com prioridade em 5 níveis, de baixa prioridade à urgente, no momento da notificação de acordo com a avaliação durante o teste.

Os erros classificados com alta prioridade foram os que apresentavam urgência de correção, principalmente devido ao fato de que outros testes de funcionalidades dependiam do correto funcionamento do item em questão.

6. Conclusão

Desenvolver uma análise de riscos e criar um bom plano de testes é fundamental para se otimizar a execução de todas as tarefas posteriores no desenvolvimento de uma aplicação de software no geral, economizando tempo e trabalho desnecessário. Considerando a aplicação um portal corporativo, como o caso do portal estudado, todas essas etapas são decisivas para se entregar um serviço de qualidade para o público já que é vinculado ao nome da instituição ao qual representa.

A experiência mostrou que um estudo detalhado do processo a ser desempenhado pode construir uma visão melhor do projeto como um todo e preparar para uma tomada de decisão em situações não convencionais. Além disso, a documentação escrita ao longo da execução proporciona uma importante referência para aprimoramentos futuros e desenvolvimento de novas utilidades, já que registra os pontos nos quais se obteve o sucesso, e aqueles nos quais um maior detalhamento em seu planejamento poderia evitar contratempos, como por exemplo, uma ambiguidade na especificação documentada de um requisito ou funcionalidade da aplicação.

Agradecimentos

Agradecimentos à equipe do GAIA, que participou do projeto de elaboração do portal, contribuindo para o presente estudo e ao coordenador geral do GAIA, prof. Dr. Marco Antonio Silveira, pela aprendizagem obtida durante a pesquisa.

Referências

[1] AGOSTINHO ALESSIO, Paulo. Informação e Conhecimento. Um modelo de gestão para potencializar a inovação e a cooperação Universidade-empresa. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

[2] AUGUSTO DIAS, Cláudia. Portal Corporativo: Conceitos e Características. Ci. Inf., Brasília, v. 30, n. 1, p. 50-60, jan./abr. 2001

[3] GOMES DA SILVA, Cristiane; FONSECA, Décio. PORTAIS CORPORATIVOS: UM FÁCIL ENTENDIMENTO. I Jornada Científica da UNIBRATEC

[4] TERRA, J. C. C., 2005 Gestão do Conhecimento: O grande desafio empresarial. Ed. Negócio. Brasil.

[5] TERRA, J. C. C.; GORDON, C., 2002 Portais Corporativos: A revolução na gestão do conhecimento. Ed. Negócio. Brasil.

[6] TOLEDO, Aline Maria. Portais Corporativos: uma ferramenta estratégica de apoio à gestão do conhecimento. 2002. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Negócios Integrados) UFRJ, Rio de Janeiro: 2002.

[7] DA SILVEIRA, Alex - PORTAIS CORPORATIVOS: Principais aspectos e a ferramenta de comunidade de prática no auxílio para a gestão do conhecimento. Monografia, Rio de Janeiro, 2007.

[8] MARTINS GOMES DE GUSMÃO, Cristine; PERRELLI DE MOURA, Hermano. Gerência de Risco em Processos de Qualidade de Software: uma Análise Comparativa. Universidade Federal de Pernambuco.

[9] PAN, Jiantao. Software Testing. Carnegie Mellon University, Spring, 1999.

[10] SCHIAVO CARDOSO, Fernando. Teste de Software Baseado em Risco. Monografia - Ciências da Computação, Jagariúna, 2008.

[11] KANER, Cem. What Is a Good Test Case? - Florida Institute of Technology, Department of Computer Sciences. Star East, Maio, 2003.

[12] KANER, Cem; BACH, James; PETTICHORD, Bret. Lessons Learned in Software Testing - A Context-Driven Approach. Wiley Computer Publishing, USA, 2002.

METODOLOGIA TCD – TRABALHO, CAPACITÇÃO E DESENVOLVIMENTO, GESTOR EDUCADOR E MAPEAMENTO DE COMPETÊNCIAS.

Priscila Osawa Massari; Marco Antonio. Silveira
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
DTSD – Divisão de Tecnologias de Suporte à Decisão
G.A.I.A – Grupo de Apoio à Inovação e Aprendizagem Organizacional.
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
priscila.massari@cti.gov.br; marco.silveira@cti.gov.br

Resumo

O presente artigo tem como intuito apresentar o projeto de iniciação cientifica: "Educação Corporativa, capital intelectual, e inovação para sustentabilidade do setor de equipamentos eletromédicos". A educação corporativa é um instrumento estratégico que as organizações utilizam para melhor aproveitar o capital intelectual e assim potencializar a inovação e sustentabilidade por meio da aprendizagem que também está presente na metodologia TCD – Trabalho Capacitação e Desenvolvimento, mediado pelo Gestor educador. O projeto esta alinhado ao setor eletromédico, pois está inserido no projeto Ambientronic, o qual conta em seu projeto piloto com as empresas do setor eletromédico.

Palavras chave: Educação Corporativa, Capital intelectual, Inovação, Aprendizagem.

1. Introdução

O Projeto de Iniciação Cientifica denominado "Educação Corporativa, capital intelectual e inovação para sustentabilidade do setor de equipamentos eletromédicos" o contou com uma vasta revisão bibliográfica sobre Educação Corporativa, capital intelectual, inovação e sustentabilidade, diante de todos os estudos e do projeto a palavra que unia todos os assuntos é a aprendizagem. Aprendizagem Organizacional que se tornou o foco para o desenvolvimento, da metodologia TCD – trabalho, capacitação e desenvolvimento, para fundamentar a metodologia mais revisão bibliográfica, e a formulação de um modelo de gestor educador para a sustentação e mediação da metodologia. O modelo para o mapeamento das competências organizacionais foi elaborada por Silveira (2003) e contribui para a aplicabilidade do TCD e auxiliar o gestor educador a definir quais são os conhecimentos necessários para melhorar o cotidiano organizacional e elevar a competitividade das empresas e a sustentabilidade das mesmas.

2. Artigo

A Educação corporativa tem seu auge no final do século XX com o aparecimento das Universidades Corporativas, a Educação Corporativa é fruto das transformações da área de T&D (treinamento e desenvolvimento) para a ampliação de sua complexidade, almejando não mais o mero treinamento mecânico, e sim um alinhamento interno entre as competências individuais dos colaboradores e as competências organizacionais necessárias para maior competitividade da organização no mercado. A Educação Corporativa traz várias mudanças de paradigma que estão descritas na tabela a seguir:

MUDANÇA DE PARADIGMA		
CENTRO DE TREINAMENTO	⇒	EDUCAÇÃO CORPORATIVA
• Desenvolver habilidade	OBJETIVO	• Desenvolver as competências críticas
• Aprendizado Individual	FOCO	• Aprendizado organizacional
• Tático	ESCOPO	• Estratégico
• Necessidades individuais	ÊNFASE	• Estratégias de negócios
• Interno	PÚBLICO	• Interno e externo
• Espaço real	LOCAL	• Espaço real e virtual
• Aumento das habilidades	RESULTADO	• Aumento de competitividade

Figura 1 – Adaptado de Meister (1999), Retirado de Éboli (2004)

De acordo com Meister (1999) citada por Éboli 2004, essas mudanças de paradigmas são decorrência de cinco fatores: primeiro, a necessidade das organizações se tornarem flexíveis, com capacidade de responder as demandas do turbulento ambiente empresarial, turbulência que também é descrita pela FNQ (2006) (Fundação Nacional da Qualidade) como contexto atual em que as organizações atuam caracterizado por mudanças velozes, sem continuidades e imprevisíveis. Segundo fator: "Era do conhecimento", na qual o conhecimento é visto como principal base para formação de riqueza, de acordo com Drucker (1994) na "sociedade do conhecimento" o conhecimento passa a ser o recurso mais significativo ao lado dos fatores clássicos de produção – terra, capital e trabalho. Terceiro fator: dentro da "Era do conhecimento" também amplia-se a visão sobre a absolescência do conhecimento, constantemente criam-se novos conhecimentos e muitos anteriores são refutados, o quarto fator é a empregabilidade, e por último a Educação para estratégia global, então formação passa a ter o foco em visão global.

Retomando o segundo fator apresentado no parágrafo anterior, foi abordado que na sociedade do conhecimento os fatores clássicos de produção é somado à questão do conhecimento, que pode ser chamado de capital intelectual, para Stewart (1998) capital intelectual é "a soma do conhecimento de todos em uma empresa, o que lhe proporciona vantagem competitiva", sendo assim é o conhecimento que agrega valor na organização.

De acordo com Sveiby (1998), o capital intelectual é composto por três conjuntos de fatores: i) capital humano, conhecimentos e competências disponibilizados e empregados pelos colaboradores e alocados a favor da organização. ii) Capital estrutural: são os bens relacionados à propriedade intelectual (marcas, patentes e outros). iii) Capital de relacionamento: é o conhecimento potencializado pelas relações que a organização estabelece com órgãos externos (outras empresas competidoras ou fornecedoras, instituições de pesquisa entre outros).

O cenário globalizado e desafiador é a arena competitiva das empresas, o que faz com que as mesmas sejam obrigadas a terem desempenhos cada vez maiores e para continuarem competitivas necessitam evoluir em seus processos e/ou produtos.

Diante dessa realidade, as empresas devem utilizar estratégias e operações baseadas no uso competente do capital intelectual, para que assim consiga obter vantagens competitivas sustentáveis ao longo do tempo por três razões: o aumento da capacidade para gerar inovações9, inovações aqui é entendida

[9] As inovações são mudanças que podem ser radicais, pequenas melhorias ou adaptações e são resultado de aplicação do desenvolvimento cientifico e tecnológico. Os benefícios de uma inovação podem ser de grandes ganhos ou pequenos, no processo ou no produto, de eficiência no uso de algum recurso ou, de eficácia no atendimento a um dos seus vários propósitos, como lucratividade, melhorias internas, contribuições sociais entre outros.

como toda "mudança benéfica para organização" (Tidd et al, 1997), uma vez que conhecimento é a alavanca que impulsiona as mudanças nos diversos elementos da empresa. ii) Possibilidade de minimizar investimentos financeiros para alavancar a competitividade, uma vez que o capital intelectual também é um ativo econômico e, assim, pode ser uma alternativa viável diante do nosso contexto econômico. Iii) se constitui como um vetor para integração dos diversos stakeholders organizacionais, uma vez que a geração, disseminação e aplicação de conhecimentos que são dependentes do fator humano.

O enfoque do presente artigo é com relação ao setor eletromédico, pois o projeto esta alinhado ao projeto Ambientronic, o qual conta com a parceria com empresas brasileiras do setor eletromédico, esse setor foi escolhido para o projeto piloto, pois apresenta as seguintes características: i) é um dos setores representativos do complexo eletrônico brasileiro; ii) é um setor intensivo em tecnologia, iii) as empresas desse setor buscam atender o mercado nacional e internacional; iv) as empresas se interessaram em se adequar às diretivas européias RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances) e WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment).

Diante de todos os fatores e conceitos apresentados pode-se perceber que o conhecimento está no centro das necessidades das organizações, como principal fomento para o desenvolvimento, sustentabilidade ao longo do tempo, inovação e competitividade. Sendo assim a questão da aprendizagem é um dos fatores chaves para melhoria no ambiente organizacional e desenvolvimento para a competitividade.

Saúde mental, ressignificação do trabalho:

De acordo com Dejours (2009), o trabalho possui papel central na construção da identidade e para a saúde mental. O trabalho, segundo esse autor, pode ser visto como espaço para a transformação do trabalhador, no sentido de fazê-lo progredir, se aprimorar e realizar-se. Quando os trabalhadores são estão submetidos à condições de trabalho por vezes desumanizadas, no sentido de que suas necessidades pessoais e principalmente relacionadas a saúde mental não são consideradas como fatores ligados às preocupações da empresa, os trabalhadores começam a adoecer. A esse respeito, vale a seguinte citação:

> "O aumento das patologias mentais ligadas ao trabalho resulta essencialmente da fragilização gerada por métodos de organização que, no lugar da confiança, da lealdade e da solidariedade, instalam no mundo do trabalho o cada um por si, a deslealdade, a desestruturação do convívio, produzindo uma implacável solidão em meio a multidão" (Dejours, 2009)

Ainda sobre as patologias o psicanalista francês Christophe Dejours (2009) relata que as atuais formas de organização do trabalho são responsáveis por diversas patologias corporais e mentais contemporâneas, e as divide em quatro categorias: i.) patologias de sobrecarga (LER-lesões por esforço repetitivo, síndrome de burn out, distúrbios musculares e esqueléticos); ii.) patologias relacionadas a agressões (agressões, humilhações); iii.) patologias resultantes de assédio moral (mobbing); iv.) patologias relacionadas à intolerância e pressão que podem levar aos casos de suicídio.

Dolan (2006), especialista em comportamento organizacional também ressalva que a qualidade de vida no trabalho apresenta repercursões na qualidade de vida emocional e no equilíbrio socioemocional e afetivo que podem elevar o estresse e trazer enfermidades.

De acordo com Dejours (2009) o trabalho traz sofrimento, mas em troca pode trazer prazer, essa troca acontece pois o trabalho é a contribuição que os indivíduos dão para a organização ou à sociedade como um todo, e claro, que o trabalhador espera uma retribuição. O primeiro tipo de retribuição é a material (salário, bônus, gratificação) e o segundo é de dimensão simbólica que é o que chamamos de reconhecimento (não é tapinha nas costas, é o reconhecimento pelo trabalho cumprido: utilidade do trabalho e qualidade), "é o reconhecimento do trabalho que permite transformar o sofrimento em prazer" (Dejours 2009, p.139). O

reconhecimento fomenta a construção da identidade que é o alicerce da saúde mental e o senso de pertencimento (a uma equipe, categoria, profissão).

Morin (2002) sobre o significado do trabalho nos diz que para um trabalho ter sentido é necessário que quem o realiza saiba onde o conduz, é importante que os objetivos sejam claros e valorizados e também é fundamental que quem o realiza considere os resultados como algo de valor.

Ainda levando em conta os estudos de Dejours (2009), o mesmo evidencia que durante uma tarefa os trabalhadores jamais respeitam todas as prescrições, não apenas pelo prazer de transgredir, mas porque há situações em que se lida com anomalias, panes, defeitos, e esses imprevistos atrapalham a produção. Esses incidentes são chamados de real, "é aquilo que se apresenta ao trabalhador pela resistência da matéria, dos utensílios ou da máquina" (Dejours 2009, p.139). O real a princípio se faz reconhecer como fracasso para o trabalhador, e exige o trabalho vivo, que é o "trabalho que consiste em desafiar o real" (Dejours 2009, p.139).

No primeiro momento a experiência com o real para o trabalhador gera surpresa, e depois o sentimento de nervosismo e irritação ou outros como decepção, fadiga, desalento e até mesmo sentimento de impotência. A busca de solução é o meio de superação do real. Para buscar a solução e necessário a inteligência, que é a capacidade de reconhecer o real e admitir a perda de controle, e a partir disso inventar ou encontrar a solução, solução que vem da intuição e que prescinde a intimidade com a tarefa. Tal busca pela solução revela um dos elementos do significado de competência que é a atitude, sendo seu caráter intrapessoal definitivo para iniciar a busca por uma solução.

Diante de toda essa abordagem sobre trabalho podemos perceber que o ambiente organizacional pode auxiliar o trabalhador a ressignificar seu próprio trabalho, e a realizar-se e aprimorar-se com novos ganhos de aprendizagens, como foi citado anteriormente, o *real* (de Dejours), é a possibilidade de aquisição de novos conhecimentos habilidades e atitudes, sendo assim novos ganhos de competência[10]. Diante dessa possibilidade cabe uma citação de Chiavenatto (2009):

> As pessoas constituem o recurso inteligente, vivo, dinâmico das organizações. Entre os vários recursos organizacionais, as pessoas destacam-se por ser o único recurso vivo e inteligente, por seu caráter vivo eminentemente dinâmico e por seu incrível potencial de desenvolvimento. As pessoas tem enorme capacidade para aprender novas habilidades, captar informações, adquirir novos conhecimentos, modificar atitudes e comportamentos, bem como desenvolver conceitos e abstrações. As organizações lançam mão de ampla variedade de meios para desenvolver as pessoas, agregar-lhes valor e torná-las cada vez mais capacitadas e habilitadas para o trabalho. (Chiavenato, 2009, p. 17)

Metodologia TCD e Gestor Educador:

Diante da complexidade do ambiente organizacional sabemos que é de extrema importância que os mecanismos de aprendizagem sejam eficientes e eficazes, como descritos por Sanders (2007) a eficiência é a "capacidade administrativa de produzir o máximo de resultados com o mínimo de recursos, energia e tempo", já a eficácia "capacidade administrativa para alcançar metas estabelecidas ou resultados propostos".

Com intuito de integrar a aprendizagem de maneira eficaz e eficiente nas organizações e ressaltar a importância da humanização das mesmas, Silveira (2004) propõe a metodologia TCD – Trabalho, Capacitação e Desenvolvimento.

[10] O conceito de competência abordado aqui é o mesmo de Perrenoud (1999) "capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles"

Trabalho: toda prática profissional possui um repertório, há uma maneira de conduzí-lo, porém há sempre novas possibilidades de agir; mas a adequação e a utilidade de novas visões são apenas descobertas na ação, por isso, considera-se de suma importância a reflexão-na-ação. É nesse processo reflexivo que surge a problematização da ação, a qual ocorre uma situação prática e, consequentemente, muda-se rapidamente essa situação a partir de um experimento.

Capacitação Profissional: quando o profissional atua em um ambiente que propõe ação-reflexão nas atividades cotidianas há um ganho no desenvolvimento pessoal e no desenvolvimento organizacional. Talvez, o maior desafio é promover capacitações aos colaboradores na própria prática de trabalho. A teoria da ação-reflexão é significativa nesse contexto, mas a implantação deve estar de acordo com o contexto da organização e coerente com a própria cultura organizacional.

Desenvolvimento Pessoal: como já foi dito anteriormente, de acordo com Dejours (2009), o espaço do trabalho é um ambiente que pode favorecer ao ser humano a aprimorar-se, desevolver-se, porém essas possibilidades só são possíveis quando as organizações percebem que esse desenvolvimento também é favorável aos seus próprios interesses, a saúde mental e desenvolvimento pessoal devem ser preocupações das organizações, pois assim terão colaboradores mais felizes e mais produtivos. Outra questão já abordada anteriormente sobre desenvolvimento pessoal é a questão do reconhecimento descrito por Dejours (2009), relatando que o reconhecimento é fundamental para a construção da identidade e senso de pertencimento.

O TCD implica em interligar essas três vertentes a fim de humanizar as organizações em prol de sua própria sustentabilidade – econômico, social e ambiental – e claro, o próprio ser humano – sujeito de toda ação global. Essas novas concepções possibilitam a motivação própria do colaborador, desenvolvendo uma das vertentes da competência – conhecimento, habilidade e atitude – onde é possível aprimorar o desempenho atual. A metodologia TCD é pensar em uma visão holística, pois só as adaptações tecnológicas e organizacionais não conseguem mais responder aos desafios da competitividade, pois a qualidade, a criatividade e a inovação estão e vêm das pessoas. Nesse sentido, o TCD tem o intuito de fazer uma reformulação da prática no trabalho, nos processos, na concepção de "capacitar" e de valorização do colaborador.

O Gestor educador11 possui papel central diante da metodologia TCD, pois será o principal mediador entre os colaboradores e os novos conhecimentos, outro fator relevante é que estamos abordando a andragogia e a questão da credibilidade de quem ensina é fundamental, é preciso que o colaborador veja o Gestor Educador como alguém experiente e que compreenda de fato o que será ensinado, é necessário que seja alguém de confiança que tenha valor aos olhos dos colaboradores. Será apresentada uma tabela com as principais características necessárias para que o Gestor Educador consiga desenvolver o trabalho alinhado à metodologia TCD (Tabela 1).

Um fator fundamental é que o Gestor Educador deve estar alinhado com as diretrizes estratégicas da empresa e as competências a serem desenvolvidas devem estar previamente mapeadas, para que as pessoas certas sejam capacitadas no momento adequado, para que não se perca tempo, afinal a metodologia vem para ajudar a tornar as empresas mais competitivas e sustentáveis.

Para mapear as competências que necessitam ser desenvolvidas dentro das organizações pode-se utilizar o material elaborado por Silveira (2003), segue o material baseado no modelo CHA (Conhecimento, habilidades e atitudes) e como pode ser utilizado (Tabela 2).

[11] Profa.Dra Marisa Eboli (USP) e Ricardo Dabague (Gerente de Treinamento – BOSCH) na Manha da Inovação (evento de difusão de conhecimento) no dia 23 de Fevereiro de 2011, evidenciaram a importância de envolvimento dos líderes nas ações educativas. As competências necessárias ao gestor educador são baseadas nas "10 novas competências para ensinar" de Perrenoud

Tabela 1 – Metodologia TCD

Características Gestor-Educador	Fundamentos
Clareza a respeito dos processos sob sua coordenação, e das competências relacionadas. Deve saber identificar competências-chave Selecionar materiais didáticos	• Facilidade para identificar o que precisa ser aprendido • Organizar o conteúdo a ser ensinado, estabelecendo prioridades • Facilidade para expressar os conteúdos a serem aprendidos • Estabelecer relações entre os conteúdos a serem aprendidos pelos colaboradores e as funções que os mesmos executam e assim colaborar para que desenvolvam ainda mais suas próprias capacidades. • Adequar o material para que os colaboradores gostem, consigam compreender.
Trabalhar a partir da ação – a partir do contexto de trabalho	• Aproximar a teoria e a prática de maneira que a aprendizagem ocorra de forma contextualizada.
Ensinar requer repensar os erros, os erros são possibilidades de novas aprendizagens	• Antes de combater os erros é necessário compreender quais os motivos que fazem com que os mesmos ocorram • Compreender como os colaboradores vêem e quais atitudes tomam diante dos erros, para que se possa interferir
Envolver os colaboradores em atividades que estimulam a busca pelo conhecimento	• Para que o conhecimento faça sentido para cada um, é necessário que os colaboradores sintam a necessidade de aprender determinado assunto, é preciso que os mesmos vejam que aquilo fará/faz sentido no cotidiano de trabalho • Nesse momento também é interessante mostrar que todos são capazes de aprender é preciso ajudá-los a perceber os ganhos de conhecimento.
Saber administrar conteúdos de acordo com as possibilidades dos colaboradores	• Jamais desperdiçar os conhecimentos prévios que os colaboradores já possuem, é necessário ouvir o que já eles sabem sobre o assunto para que se possa fazer intervenções construtivas. Mostre um novo caminho, não o imponha.
Avaliar	• A avaliação deve ser de desenvolvimento, deve ser individual, não deve ser comparativa. • Também é interessante mostrar aos colaboradores que é possível se auto-avaliar, porque ninguém melhor que você mesmo para saber o que foi de fato aprendido, e assim também fica mais fácil para o estabelecimento de novas metas
Coordenar a heterogeneidade dos grupos	• Interação é fundamental para novas aprendizagens, compartilhar conhecimentos é aprender novas formas de pensar • Favorecer a interação e cooperação, para que o ambiente fique mais agradável e as aprendizagens ocorram de maneira tranqüila. • Agregar a equipe por meio de atividades em grupo • Mediar conflitos faz parte para construção de um ambiente sem rancor e mais respeitoso. • Liberdade para exposição de opiniões.
Motivar para aprender e auxiliar a ressignificar o trabalho	• Evidenciar as melhorias no trabalho com os ganhos de aprendizagem • Aprender nem sempre é prazeroso, tem fracassos, medos, é preciso que os colaboradores sintam-se assistidos caso não consigam atingir os objetivos e possam recomeçar com o auxilio do gestor educador. • Mostrar que o ambiente de trabalho deve ser espaço de realização profissional, pessoal e construção de amizades e grupos. Sentimento de pertencimento é fundamental para identidade humana, assim como o reconhecimento de suas conquistas (Dejours, 2009)
Auxiliar a administração da própria formação contínua	• Auxiliar com que no decorrer do tempo o colaborador consiga transformar os conhecimentos tácitos em explícitos, que consiga passar a diante as próprias aprendizagens • O objetivo é que os colaboradores consigam estabelecer novas metas diante de novas dificuldades e que a aprendizagem seja contínua.

Tabela 2 - Mapeamento da Competência – Modelo CHA

CARGO			
PROCESSO			
(OPCIONAL)Atividade executada no processo			
Competência (relacionada com o processo)	Componentes Formadores da Competência		
	Conhecimentos	Habilidades	Atitudes

Essa primeira ficha tem como intuito dar uma visão geral diante de alguma função, sendo assim o gestor educador poderá explicitar o conhecimento sobre determinada função, esclarecendo quais são as competências relacionadas com determinada função. A próxima etapa será definir o modo de como será implantado a ação educativa ou até mesmo treinamento, ou seja, o programa será para toda empresa ou terá uma área piloto, não se esquecendo de considerar as vantagens e desvantagens dessa etapa e chegar a uma conclusão para iniciar o programa. Além disso, o Programa busca relacionar com as diretrizes estratégicas centrais da empresa a fim de obter coerência no resultado final.

A próxima etapa baseia-se na análise de Gaps do conhecimento, isto é, mensurar ou estabelecer a lacuna que existe, entre o conhecimento, habilidade e atitude que o colaborador possui para a competência que o colaborador precisa atingir. Abaixo, tabelas 3, 4 ,5 e 6mostram mais detalhadamente:

Tabela 3 - Análise de Gaps do Conhecimento

Conhecimento de Interesse: _____				
Função Executada	Nível Exigido 1. Visão Geral 2. Detalhes 3. Máximo	Nome do Colaborador	Nível Atual 1. Visão Geral 2. Detalhes 3. Máximo	"Gap" de Conhecimento Exigido- Atual

Tabela 4 - Mecanismos para Desenvolvimento de Conhecimentos

Mecanismo para Desenvolvimento de Conhecimentos	Carga Horária	Participantes	Custo global ou "por funcionário"		
			Serviços	Logística	Outros
Curso interno (introdutório)					
Curso interno (aprofundado)					
Curso externo (introdutório)					
Curso externo (aprofundado)					
Grupo de discussão					
Comunidade interna de prática					
Outros:					

Tabela 5 - Análise de Gaps de Habilidade

Habilidade de Interesse: _____

Função Executada	Nível Exigido 1. Uso eventual 2. Uso intenso	Nome do Colaborador	Nível Atual 1. Uso eventual 2. Uso intenso	"Gap" de Habilidade Exigido- Atual

Tabela 6 - Mecanismos para Desenvolvimento de Habilidades

Mecanismo para Desenvolvimento de Habilidades	Carga Horária	Participantes	Custo global ou "por funcionário"		
			Serviços	Logística	Outros
Treinamento interno (inicial)					
Treinamento interno (profundo)					
Treinamento externo (inicial)					
Treinamento externo (profundo)					
Training on-the-job					
Outros:					

As últimas duas fichas também são modelos para o quesito Atitude do modelo CHA.

3. Conclusões

A Metodologia TCD é de extrema importância para que as empresas comecem a ver seus funcionários como um recurso fundamental e valioso que precisa ser assistido para que consiga se desenvolver mais e simultaneamente com a empresa. O Gestor educador com as características descritas anteriormente pode auxiliar na construção de uma organização preocupada com a saúde mental dos colaboradores e mais competitivas no mercado atual que requer mudanças constantes.

A metodologia TCD, o meio de mapeamento de competências e as características e funções do Gestor Educador estão fundamentadas, a única etapa do projeto que não foi finalizada é a parte de aplicação da metodologia, para avaliar a mesma e ver quais são as lacunas e quais itens precisam ser melhorados.

Agradecimento

O trabalho apresentado neste artigo tem apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através do PIBIC.

A disponibilidade das empresas do Projeto Piloto Ambientronic.

Obrigada a cada integrante do GAIA e ao CTI.

Referências

DEJOURS, Christophe. Entre o desespero e a esperança: como reencantar o trabalho? CULT, São Paulo, n. 139, p. 49-53, set. 2009.

DOLAN, Simon. Estresse auto-estima, saúde e trabalho. Tradução J. Simões; supervisão técnica Edson Ferreira. Rio de Janeiro: Quality, 2006.

DRUKER, P. F. The Theory of the business. Harvard Business Review, V. 72, n.5, September-October, 1994.

EBOLI, M. Educação Corporativa no Brasil: Mitos e Verdades. São Paulo, Editora Gente, 2004

MORIN, Estelle M. Os sentidos do trabalho. IN Revista RAE executivo. Vol. 1 – n°1 – ago/set/out 2002.

PERRENOUD, Philippe. Construir as competências desde a escola / Philippe Perrenoud; trad. Bruno Charles Magne. – Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

PERRENOUD, Philippe. 10 novas competências para ensinar. Ed. Artmed, 2000

RUSIGNELLI, José Benedito. Gestão da Aprendizagem organizacional: Um estudo de caso em Empresas de Campinas (SP) e Região – Varginha – Mg. 2007

SANDER, Benno. Administração da Educação no Brasil: genealogia do conhecimento. Brasília: Líber Livro, 2007. Capítulo 2 – Construindo quatro modelos de administração da Educação.

STEWART, Thomas. Capital intelectual - a nova vantagem competitiva das empresas. Rio de Janeiro: Campus, 1998

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. Managing innovation: Integrating technological, market and organizational change. John Wiley & Sons, 1997.

PROTÓTIPO DE EDITOR DE CONTRATOS NO CONTEXTO DE WEB DE SERVIÇOS

Nicolas Lozano Silva; Aqueo Kamada
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Sistemas Interessantes
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
(nicolas.lozanos@gmail.com) (aqueo.kamada@cti.gov.br)

Resumo

Este artigo apresenta o estudo do metamodelo SBVR (Semantics of Business Rules and Business Vocabulary) e sua proposta para modelagens de regras de negócio. Deste estudo foi obtido um protótipo, o qual surge como uma ferramenta de modelagem de contratos de negócio. Esse protótipo se utiliza da análise léxica para reconhecimentos de terminologias, os fatos e as regras de negócios contidas num contrato de prestação de serviço, visando facilitar a identificação visual das informações mais importantes contidas nesse tipo de contrato.

Palavras chave: SBVR; Contratos de Prestação de Serviço; Semântica de Regras de Negócio.

1. Introdução

No atual mundo globalizado, com interações fortemente baseadas na Web, as relações entre pessoas, empresas e órgãos de governo estão sujeitas a mudanças cada vez mais rápidas. Esse cenário torna ainda mais crítico o já antigo problema de manutenção de sistemas, uma vez que as atualizações precisam ser realizadas para contemplar novos modelos de negócio, no contexto destas mudanças rápidas.

Pensando nessa necessidade propomos a construção de um protótipo de ambiente de modelagem de contratos e regras de negócio aderentes ao metamodelo SBVR para que estes artefatos possam ser tratados por uma infra-estrutura de ontologias e de transformação de modelos baseada em MDA (Model Driven Architecture).

Esse ambiente de modelagem deve prover visualização e funcionalidades que possibilitem uma boa avaliação de pesquisas existentes e seja um passo essencial para a proposição de um método de transformação de contrato de serviços em regras de negócio, com terminologias no nível do negócio porque permite experimentar a combinação de diferentes métodos e técnicas de modelagem de software.

Desde 2008, quando o metamodelo SBVR foi lançado, passou a ser considerado como uma das principais ferramentas de modelagem de regras de negócio. Em 2010, Kamada, Governatori e Sadiq, iniciaram pesquisas que visavam trabalhar com o SBVR para a modelagem das regras de negócio existentes num contrato de prestação de serviço. Essas pesquisas motivaram este trabalho, que a princípio, sob o título de “Ambiente de Modelagem de Regras de Negócios no contexto de Web de Serviços” visava construir um protótipo do ambiente proposto em Kamada, et al. 2010), mas pelas dificuldades na implementação desse protótipo o escopo da aplicação foi alterado e o programa atual trata-se de um ambiente de análise de contratos que realiza a análise de modelos de contratos formatados pelo SBVR, a fim de determinar características que pudessem auxiliar a definir uma maneira de extrair informações importantes de um contrato de serviço qualquer.

Essa pesquisa foi realizada com o apoio do programa de bolsas de Iniciação Científica, fornecido pelo CNPq – Brasil. Agradeço ao CTI, pela infra-estrutura disponibilizada, aos colegas da divisão de tecnologia de sistemas de informação e ao orientador, Aqueo Kamada, por guiar essa pesquisa durante toda sua duração.

2. SBVR

O metamodelo Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR), em português Semântica de Vocabulário e Regras de Negocio, foi desenvolvido pelo Object Management Group (OMG), mesmo grupo que criou o padrão de modelagem UML, mundialmente conhecido e utilizado por auxiliar na extração de requisitos de sistema e facilitar a comunicação entre todas as pessoas envolvidas no desenvolvimento de um sistema (OMG, 2008).

Com o lançamento do SBVR, em janeiro de 2008, o OMG pretendia definir um padrão de modelagem de regras de negócio que utilizasse um subgrupo de palavras do vocabulário de análise de negócio para definir o modelo, dessa maneira, reduzindo a necessidade de conhecimentos computacionais dos analistas de negócios que o utilizariam.

Para isso, o grupo defende que a característica mais importante das regras de negócio é que elas podem e devem ser apresentadas às pessoas de negócio na sua própria terminologia, ou seja, as regras de negócio devem ser inteligíveis para as "pessoas de negócio", que têm responsabilidade pelas atividades de negócio para as quais as regras se aplicam, e para as pessoas que entendem como as regras se relacionam aos objetivos do negócio. A sintaxe das regras pode ser textual ou gráfica, mas o vocabulário deve ser um vocabulário de negócio, significativo às pessoas que fazem e cumprem as regras de negócio, conforme especificado no BSBR-RFP (tradução livre, Requisição Para Proposta de Semântica de Vocabulário e Regras de Negócio) (OMG, 2003).

2.1. Dicionário de Terminologias

A fim de garantir isso, o SBVR trabalha com o conceito de dicionário de terminologias, que define, conceitua e relaciona termos e expressões inerentes a um domínio de negócio. Consiste na definição do subconjunto de palavras que serão tratadas como palavras reservadas, como termos associados a conceitos, como expressões associadas a predicados e verbos e literais associados a nomes, conforme o domínio de negócio. As terminologias desse dicionário estão divididas em quatro grupos e para cada um deles há um elemento associado a um conceito e uma representação gráfica por meio de estilos da fonte. São eles: (OMG, 2008)

- Termo: Define-se como termo todo vocábulo que representa o conceito de substantivo impróprio. O SBVR prevê para esses vocábulos formatação de cor verde e com sublinhado simples.

  Dentre os exemplos, podemos citar: “carro”, “fatura”, “cliente”, “cliente especial”.

- Nome: Designa um conceito individual; normalmente são nomes próprios e representação numérica.

  Exemplos: “Limeira”, “Nicolas Lozano Silva”, “Universidade Estadual de Campinas”, “20” e “2011”.

- Verbo: Define-se como verbo todos os vocábulos que efetuam a relação dos demais vocábulos. Na especificação, verbos são também chamados de tipos de fatos e possuem a mesma definição que abordaremos mais adiante para fato. Esses verbos normalmente serão verbos, tal como conhecemos no significado gramatical do português, e/ou preposições. Normalmente são classificados como verbo os predicados das frases.

  A formatação de verbos consiste em fontes de cor azul e itálico. Normalmente são verbos, preposições ou a união deles. Por exemplo: “*é pago totalmente*”, “*é*”, “*como*”, “*de*”.

- Palavra-chave é a representação dos símbolos lingüísticos que são utilizados para construir as expressões. Sua formatação consiste somente na cor alaranjada do texto. Essas palavras são divididas em:
  - Quantificadores: “cada”, “algum”, “ao menos um”, “no máximo”, entre outros;
  - Operações lógicas: “não é o caso de”, “se”, “ou”, etc.;

- Operações modais: “é obrigatório que”, “está proibido”, “deve”, “sempre”, etc.;
- Outras: casos especiais do uso de “o”, “um”, “que”, entre outras; já que quando utilizados, normalmente estarão dentro de alguma outra classificação;

2.2. Fatos

Os fatos são estruturas textuais compostas e termos, nomes e/ou verbos que consistem em ações que podem ou não ocorrer, ou definições que devem ou não ser consideradas. Isso depende do contexto no qual está inserido. Porém, analisando somente o fato não conseguimos distinguir qual fato é (está) válido, pois este é o papel desempenhado pelas regras de negócio.

Os fatos são ações que podem ou não ocorrer, ou definições que devem ou não ser consideradas. Isso depende do contexto no qual está inserido. Porém, analisando somente o fato não conseguimos distinguir qual fato é (está) válido, pois este é o papel desempenhado pelas regras de negócio que são abordadas no próximo item.

Exemplos de fatos são: “contrato *é restituído*”, “serviço *está conforme* acordo de qualidade de serviço” e “EmpresaX *é* contratante”.

2.3 Regras de Negócio

“O senso comum compreende regra como a remoção de um nível de liberdade” (OMG 2008). Isso por que toda regra pretende definir limitantes de comportamento das pessoas, ou definir os conceitos utilizados por elas. As regras de negócio atuam de maneira semelhante nas organizações, definindo padrões de processos, comportamentos, políticas, responsabilidades e até mesmo autorizações.

Tendo em mente, pelo que vimos até o momento, que os termos são representações de conceitos ou objetos e os fatos são maneiras de interligar os termos e assim criar suas definições, podemos considerar o uso das regras como um meio de condicionar e/ou limitar a ocorrência de um fato.

Para o SBVR as regras de negócio são divididas em dois tipos:

- Regras Estruturais: atuam como suplemento das definições, adicionando necessidades.
- Regras Operativas: definem os processos durante uma atividade.

Um sistema baseado em regras de negócio mantém uma parte da lógica de negócio explícita e devidamente isolada em relação aos processos que realizam ações específicas do negócio, tais como, atualizar dados, transferir valor, autenticar usuário, etc. Em outras palavras, um sistema baseado em regras permite a separação das porções que implementam as regras de negócio das porções que implementam o código procedimental. Assim, as regras de negócio poderiam ser atualizadas sem necessidade de desativar as aplicações, além de facilitar o entendimento e permitir um maior envolvimento do analista de negócio no projeto e manutenção de aplicações.

3. Desenvolvimento

Baseado em todo estudo apresentado anteriormente, foi desenvolvido o Pompeu, protótipo de um ambiente de análise de contratos de serviço que visa facilitar a modelagem de regras de negócio contidas em contrato de prestação de serviço.

Para o desenvolvimento desse protótipo, denominado Pompeu, foi utilizada a linguagem de programação Java, os padrões de projetos de Mediador e CMV (Controle, Modelo e Visualização) e a biblioteca da Apache para leitura de documento de texto, POI. Veja na Figura 1 uma abstração diagrama de classes do programa desenvolvido.

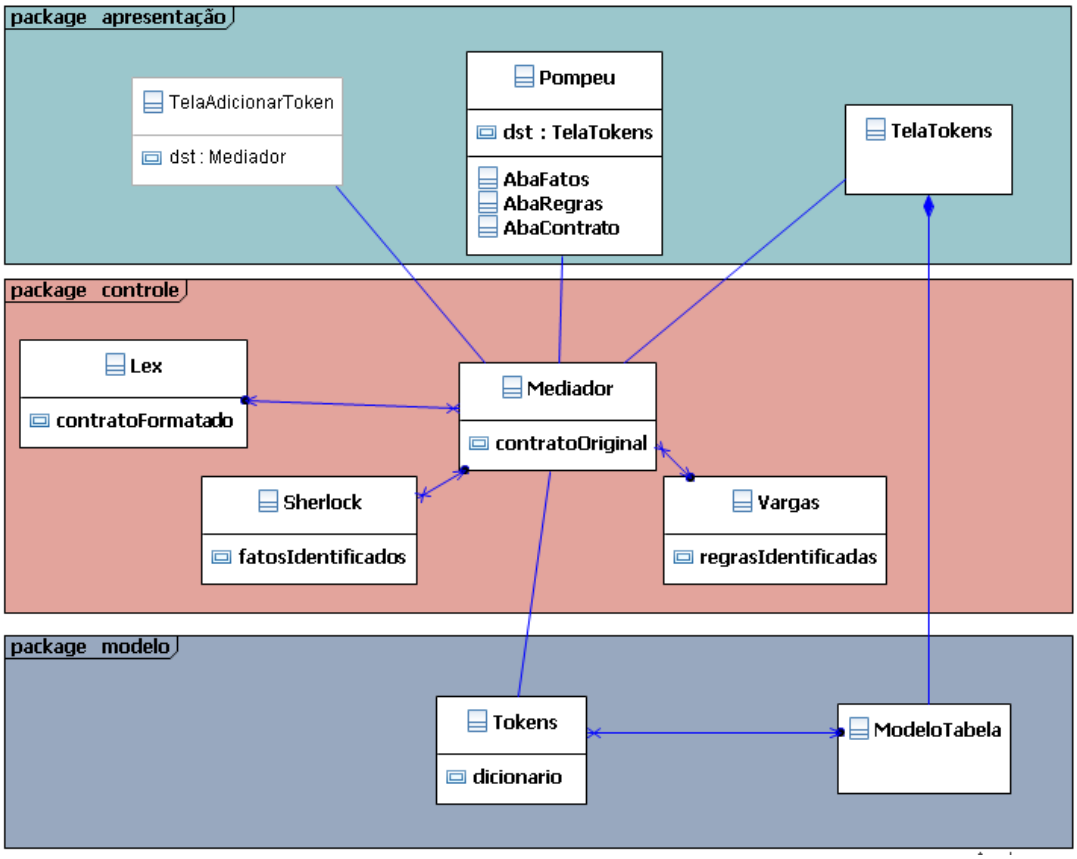


Figura 1 - Diagrama de classes do Pompeu

Seguindo o padrão de projeto CMV, as classes são divididas nos pacotes de apresentação (primeiro pacote de cima para baixo), controle (segundo pacote) e modelo (terceiro pacote). O primeiro pacote se refere a todas as classes utilizadas para trabalhar com interface gráfica de usuário (GUI – Graphical User Interface), no segundo estão as classes de controle, ou seja, classes que interpretam e analisam as regras de negócio e controlam as ações realizadas pelas demais camadas e na camada de modelo estão as demais classes, que nesse projeto, apresentam as classes que fazem leitura de arquivo.

No centro da Figura 1 podemos ver a classe Mediador, que realiza a função de mediar a comunicação entre a maioria das classes, favorecendo assim a implementação do padrão de projeto Mediador.

Na Figura 2 está a tela principal do protótipo criado nesse trabalho. Ela apresenta o protótipo em funcionamento, logo após um contrato de serviço ser adicionado ao ambiente para análise.

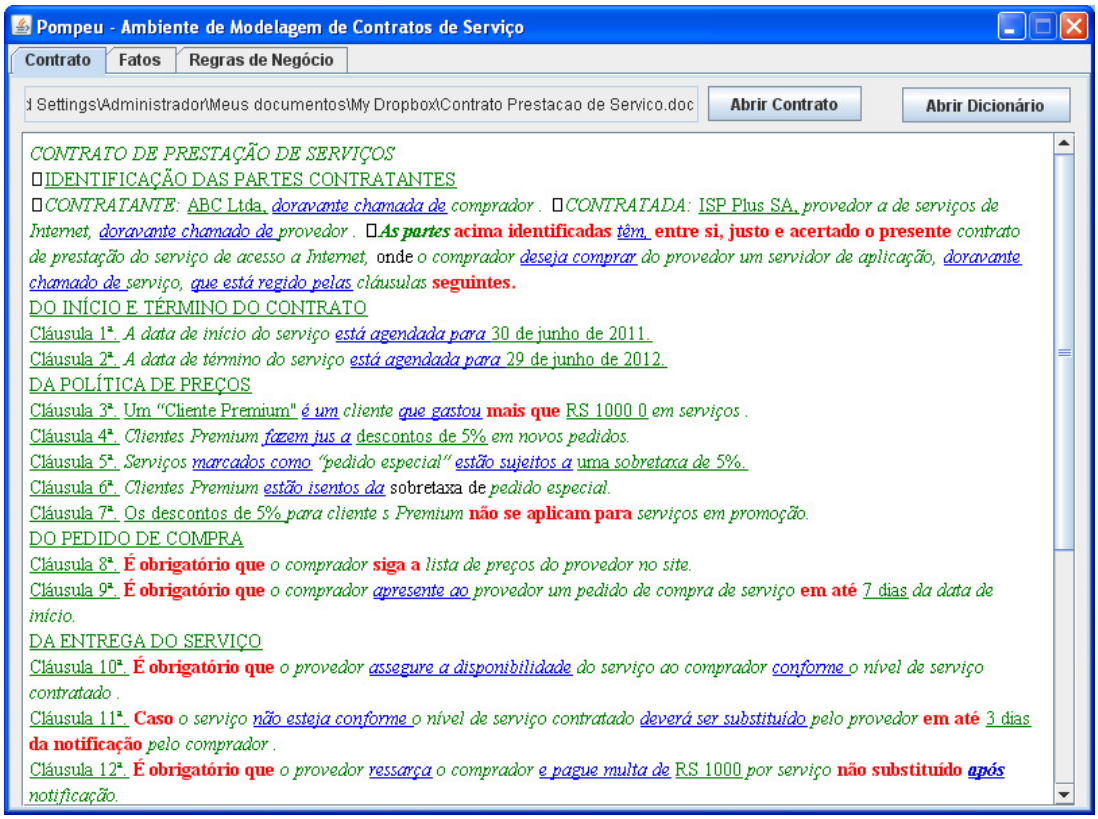

Pompeu - Ambiente de Modelagem de Contratos de Serviço
Contrato
Fatos
Regras de Negócio
Settings\Administrador\Meus documentos\My Dropbox\Contrato Prestacao de Servico.doc
Abrir Contrato
Abrir Dicionário
CONTRATO DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS
IDENTIFICAÇÃO DAS PARTES CONTRATANTES
CONTRATANTE: ABC Ltda, doravante chamada de comprador .
CONTRATADA: ISP Plus SA, provedor a de serviços de Internet, doravante chamado de provedor .
As partes acima identificadas têm, entre si, justo e acertado o presente contrato de prestação do serviço de acesso a Internet, onde o comprador deseja comprar do provedor um servidor de aplicação, doravante chamado de serviço, que está regido pelas cláusulas seguintes.
DO INÍCIO E TÉRMINO DO CONTRATO
Cláusula 1ª. A data de início do serviço está agendada para 30 de junho de 2011.
Cláusula 2ª. A data de término do serviço está agendada para 29 de junho de 2012.
DA POLÍTICA DE PREÇOS
Cláusula 3ª. Um "Cliente Premium" é um cliente que gastou mais que R$ 1000,0 em serviços .
Cláusula 4ª. Clientes Premium fazem jus a descontos de 5% em novos pedidos.
Cláusula 5ª. Serviços marcados como "pedido especial" estão sujeitos a uma sobretaxa de 5%.
Cláusula 6ª. Clientes Premium estão isentos da sobretaxa de pedido especial.
Cláusula 7ª. Os descontos de 5% para cliente s Premium não se aplicam para serviços em promoção.
DO PEDIDO DE COMPRA
Cláusula 8ª. É obrigatório que o comprador siga a lista de preços do provedor no site.
Cláusula 9ª. É obrigatório que o comprador apresente ao provedor um pedido de compra de serviço em até 7 dias da data de início.
DA ENTREGA DO SERVIÇO
Cláusula 10ª. É obrigatório que o provedor assegure a disponibilidade do serviço ao comprador conforme o nível de serviço contratado .
Cláusula 11ª. Caso o serviço não esteja conforme o nível de serviço contratado deverá ser substituído pelo provedor em até 3 dias da notificação pelo comprador .
Cláusula 12ª. É obrigatório que o provedor ressarça o comprador e pague multa de R$ 1000 por serviço não substituído após notificação.

Figura 2 - Tela principal do Pompeu.

4. Conclusões

Apesar de os trabalhos estudados para o desenvolvimento do ambiente de análise sugerirem o uso de ferramentas mais complexas para a construção da base de terminologias do editor, como ontologias ou dicionários XML, neste trabalho foi identificada a possibilidade de trabalhar com o reconhecimento dos termos cadastrados no dicionário de tokens com o uso de estrutura de dados. A estrutura de dados utilizada possibilita que as consultas sejam feitas com um desempenho muito bom, o que não prejudica o rendimento do programa e também facilita sua manutenção.

O protótipo Pompeu já pode ser apresentado a analistas de negócios, na tentativa de complementar a proposta feita por Kamada, et al. (2010), possibilitando o contato visual com uma ferramenta funcional, que possui características e funcionalidades semelhantes às que estariam disponibilizadas em um ambiente de análise ideal. Isso permitirá o reconhecimento de novas necessidades, que ainda não são perceptíveis no estado da arte.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar ao Aqueo Kamada que me orientou durante esses doze meses de pesquisa, sabendo controlar minhas angústias e guiar o trabalho para o melhor caminho possível em nossa realidade.

Ao CTI (Centro de Tecnologia da Informação) por fornecer toda a estrutura da instituição para a realização dessa pesquisa, contribuindo totalmente com todos os materiais necessários.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa) que financiou a pesquisa com o programa de bolsas de iniciação científica.

À todos funcionários do CTI, principalmente aqueles da Divisão de Software para Sistemas Distribuídos, os quais eu convivi diretamente durante esse trabalho.

Referências

DEITEL, H. M. (2008). Java - Como Programar. 8ª edição. Ed . 1170 p.

KAMADA, A., GOVERNATORI, G., SADIQ, S., (2010) SBVR based Business Contract and Business Rule IDE. RuleML Challenge 2011 – Semantic Web Rule.

KAMADA, A. (2006). Execução de Serviços Baseada em Regras de Negócio. Tese (Dr). Universidade Estadual de Campinas – SP.

LEITÃO, M. (2007). Comparação de ferramentas para implementação de Web Services.

OMG (2003). BSBR - Business Semantics of Business Rules Request For Proposal. Disponível em: http://www.omg.org/cgi-bin/doc?br/03-06-03. Acesso em: 07/06/2011.

OMG. (2008). Semantics of Business Vocabulary and Business Rules (SBVR) - OMG Available Specification. v1.0. Disponível em: http://www.omg.org/spec/SBVR/1.0/. Acesso em: 02/01/2011.

ISS TECNOLÓGICO: UM BENEFÍCIO FISCAL PARA EMPRESAS QUE QUEREM INVESTIR EM TECNOLOGIA

Raquel Aguiar, Marbília Passagnolo Sérgio
Pontifícia Universidade Católica de Campinas/ Puccamp
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI/ MCT
Divisão de Sistemas de Segurança de Informação – DSSI
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{raquel.aguiar, marbilia.sergio}@cti.gov.br

Resumo

O desenvolvimento social e econômico de um Município é alcançado quando há um ciclo virtuoso de prosperidade em relação a emprego, distribuição de renda, arrecadação e bem-estar social. O programa CURITIBA TECNOLÓGICA visa incentivar a pesquisa e o desenvolvimento científico e tecnológico no município. Essa pesquisa buscou o entendimento dos principais termos da Lei Complementar nº 39/2001 e sua aplicação e abrangência. Descreve conceitos de ISSQN, de empresa prestadora de serviço e de desenvolvimento científico e tecnológico. O trabalho envolveu entrevistas com o gestor do programa e com um profissional autônomo da cidade. Outrossim, apresenta as fases do processo a serem observadas pelas empresas que pretendam adquirir o benefício fiscal, dando destaque aos principais documentos que devem ser entregues à gestora do programa. Como resultado, identifica-se que programa não abrange profissionais autônomos e as empresas ME e EPP não são motivadas a aderi-lo. Além do mais, para uma empresa ser contemplada depende da sua posição na fila de análise. Por outro lado, a burocracia do processo traz segurança de que os projetos aprovados são factíveis de serem cumpridos. Por fim, recomenda-se que os municípios, que pretendem criar benefício fiscal similar, devam espelhar-se no ISS Tecnológico de Curitiba customizando-o para sua realidade, assim como fez a cidade de Londrina.

Palavras-chave: ISS Tecnológico; desenvolvimento científico e tecnológico; Lei Complementar nº 39/2001; Decreto nº 1.363/2008; inovação tecnológica, benefício fiscal.

1. Introdução

Atualmente, os desafios para o desenvolvimento sustentável estão na agenda das empresas e dos governos. Afinal, a competitividade do setor produtivo, é resultado das características do ambiente de negócios do país, do Estado, da região e do município. Um ambiente de eficiência depende da qualidade das políticas tributárias, nível de educação e qualificação da mão-de-obra, redução de entraves burocráticos, da capacidade de inovação e acesso à tecnologia, regulamentação das relações econômicas e sociais, entre outros fatores [1].

O desenvolvimento social e econômico de um Município é alcançado quando, gerando um ciclo virtuoso de prosperidade, são obtidos os seguintes resultados: fortalecimento da economia local, geração de emprego, melhor distribuição de renda, aumento da arrecadação, investimento no bem-estar social, sustentabilidade ambiental e melhoria da qualidade de vida [2].

Para alcançar esses resultados é necessário um conjunto de medidas que dinamizem a economia local e inclua mais trabalhadores e empreendedores na cadeia produtiva do Município [2].

Apesar de existir diversos instrumentos de fomentos no âmbito privado oferecidos por instituições financeiras que estimulam as empresas a realizarem atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), iniciativas municipais sempre terão seu papel e relevância. Por exemplo, o benefício denominado Programa CURITIBA TECNOLÓGICA, conhecido também como ISS Tecnológico, visa incentivar a pesquisa e o desenvolvimento científico e tecnológico no Município de Curitiba/PR mediante a dedução do Imposto sobre Serviços (ISS) das empresas prestadoras de serviços que preencherem determinados requisitos e pressupostos [3].

O Programa Curitiba Tecnológica, criado em dezembro de 2001, já beneficiou 56 empresas, dentre as quais, 22 receberam o incentivo em 2002 e 34 no ano seguinte. O total de recursos utilizados chegou a pouco mais de R$ 3,3 milhões. O Programa tem alcançado resultados positivos, das 56 empresas participantes do Programa 55% apresentaram crescimento no recolhimento do imposto mesmo recolhendo com dedução e juntas geraram 168 empregos diretos [21].

Motivada pelos resultados positivos que esse incentivo fiscal trouxe à cidade de Curitiba/PR, essa pesquisa visou colaborar com a divulgação desse programa municipal e motivar outros municípios, que ainda não possuam iniciativa semelhante, a avaliarem o potencial dessa iniciativa e criarem seus próprios benefícios.

Para que esses objetivos fossem alcançados, optou-se por uma pesquisa bibliográfica, ou seja, quando elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet [5]. Sendo assim, foi baseada na análise da Lei Complementar nº 39/2001 e do Decreto nº 1.363/2008 do Município de Curitiba/PR, aprofundando o entendimento da Lei de incentivo e a compreensão real de sua abrangência, considerando o perfil das empresas e eventuais restrições. Para tal, o trabalho de pesquisa buscou o entendimento dos principais termos da Lei para melhor compreender sua aplicação e como se beneficiar dela.

Assim, o próximo item descreve as teorias relevantes para o entendimento do trabalho. Já o item 3, apresenta o desenvolvimento do trabalho dando ênfase ao entendimento do processo de aquisição do benefício e, o item 4, expõe os resultados observados e analisa as informações obtidas. Finalmente, o último item apresenta as conclusões sobre o esforço demandado pela pesquisa realizada.

2. Conceitos para o entendimento da Lei instituidora do ISS Tecnológico

A Lei Complementar nº 39, de 18 de dezembro de 2001 de Curitiba/PR, regulamentada pelo Decreto nº 1.363, de 16 de dezembro de 2008, trouxe a possibilidade inovadora de pessoas jurídicas usufruírem de um benefício fiscal para investir em desenvolvimento científico e tecnológico.

A fim de se obter um melhor entendimento desse benefício, são apresentados conceitos relevantes que estão organizados em 4 subitens: ISSQN; empresa prestadora de serviço; desenvolvimento científico e tecnológico e despesas elegíveis.

2.1. O que é Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN)

O Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza (ISSQN), ou simplesmente Imposto Sobre Serviços (ISS), é o tributo que a lei do município de Curitiba se utiliza para beneficiar as empresas que desejam investir em inovação tecnologia. Esse imposto está previsto no artigo 156, inciso III da Constituição Federal de 1988, que possui a seguinte redação [6]:

> "**Art. 156. Compete aos Municípios instituir impostos sobre**: III - serviços de qualquer natureza, não compreendidos no art. 155, II, definidos em lei complementar"

O conceito "serviços de qualquer natureza" é entendido como o exercício de uma atividade mediante esforço físico ou intelectual [7], pressupondo a existência de um prestador e um tomador de serviços. Essa

prestação de serviços, realizada por uma empresa ou um profissional autônomo, com ou sem estabelecimento fixo, devem estar previstos na lista anexa à Lei Complementar 116/2003 [8], que enumera, aproximadamente, 230 serviços, divididos em 40 itens. Ressalta-se que não é compreendida como fato gerador do ISS a prestação de serviços [9]:

a. a si próprio;
b. decorrente de vínculo empregatício;
c. por prestadores de trabalho avulso
d. por sócios ou administradores de uma sociedade;
e. de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação;
f. para o exterior;
g. pelo próprio Poder Público.

Existe uma divergência doutrinária em relação à lista de serviço ser exaustiva ou exemplificativa. O Supremo Tribunal Federal (STF) entende ser uma lista exaustiva que admite interpretações extensivas sobre o rol da lista de serviços [9]. Tal entendimento é o adotado por este trabalho, uma vez que há a necessidade de uma uniformidade fiscal entre os municípios, do contrário, um município poderia tributar um serviço que apenas ele entendesse existente.

Antes de entender sobre a lei aqui tratada, vale mencionar que, para que nasça um tributo, é necessária uma lei que descreva a hipótese de incidência, ou seja, descreva situações que se espera encontrar no mundo dos fatos. Ocorrendo um fato idêntico ao descrito na lei, dá-se o fenômeno de subsunção do fato à norma, e esse fato passa a ser denominado fato gerador, pois faz nascer uma relação jurídico-tributária [10].

Essa relação jurídica tem como objeto o tributo e envolve um sujeito ativo, a quem a lei atribui um direito de arrecadar o tributo, e um sujeito passivo, a quem a lei atribui um dever de pagar o tributo.

Ao descrever uma hipótese de incidência, a lei tem que se conformar à regra de incidência tributária, desenvolvida pelo doutrinador Paulo de Barros Carvalho [10], que estabelece cinco critérios obrigatórios a serem obedecidos na descrição da hipótese de incidência. Desta forma, pode-se extrair da Lei Complementar 116/2003, que dispõe sobre o ISSQN, os critérios [11]:

1) Material, o núcleo da hipótese tributária: “Prestar serviços definido em lei complementar”;
2) Espacial: em regra, no local do estabelecimento do prestador, com as exceções previstas nos incisos I a XXII da LC 116/03;
3) Temporal: o instante em que o serviço, pronto e acabado, é entregue ao tomador;
4) Pessoal:
   - Sujeito ativo: Fazenda do Município em que estiver localizado o estabelecimento do prestador ou em uma das exceções previstas;
   - Sujeito Passivo: prestador do serviço (empresa ou profissional autônomo);
5) Critério Quantitativo:
   - Base de cálculo: É o preço do serviço (valor bruto). Assim, os serviços gratuitos não podem ser onerados pelo tributo. Se não puder aferir o valor correspondente, como no caso dos serviços prestados por advogados, médicos ou dentistas, calcular-se-á o tributo a partir de um único valor pago periodicamente, nesse caso teremos o “ISS FIXO”.
   - Alíquota: A tributação pode ser fixa ou proporcional, de acordo com o sujeito passivo da relação. A tributação fixa refere-se a um único valor pago periodicamente pelos profissionais liberais que executam serviços pessoais. A tributação proporcional, por sua vez, está adstrita à aplicação de uma alíquota – que varia entre 2% a 5% – sobre o movimento econômico das empresas que prestam serviços.

Por fim, para que o Município possa cobrar o ISS dos prestadores de serviços, deve-se instituí-lo por meio de lei ordinária própria, que poderá adotar todos os itens da Lista de Serviços anexa à lei complementar 116/03, ou apenas alguns deles, sendo-lhes, porém, defeso criar serviços não previstos nessa norma complementar [9]. O Município de Curitiba/PR já possui lei ordinária própria com seu rol de serviços a serem

tributados pelo ISS.

2.2. Empresas prestadoras de serviços

Por outro lado, é essencial entender o significado do que é ser uma empresa prestadora de serviço, uma vez que trata0se de um pressuposto necessário para se qualificar como beneficiário do incentivo fiscal tratado.

O instituto "empresa" pode ser conceituado como a atividade econômica organizada de produção e circulação de bens e serviços para o mercado, exercida pelo empresário, em caráter profissional, por meio de um complexo de bens [12].

Quanto ao instituto “serviço”, na linguagem comum, pode-se dizer que “serviço é ato ou efeito de servir, de dar de si algo em forma de trabalho” [13]. Já na linguagem jurídica em geral “serviço” quer dizer o “exercício de qualquer atividade intelectual ou material com finalidade lucrativa ou produtiva” [14].

Por fim, Pedro Nunes, em seu Dicionário de Tecnologia Jurídica, define “serviço” como o exercício ou desempenho de quaisquer atividades, materiais ou intelectuais, com o fim produtivo ou lucrativo; execução de determinado trabalho físico ou mental. Duração deste trabalho [7].

Ante o exposto, pode, assim, definir “empresa prestadora de serviços” como aquela que exerce algum dos serviços previstos na Lista anexa a Lei Complementar 116/2003 ou, mais especificamente, na Lei Complementar nº 40/2001 do Município de Curitiba, a qual dispõe sobre os tributos municipais e sobre o rol de serviços [15].

2.3. Pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico

Tanto na Lei Complementar nº 39/2001 quanto no Decreto nº 1.363/2008 em seu artigo 1º, traça-se como objetivo do Programa CURITIBA TECNOLÓGICA o incentivo da pesquisa e do desenvolvimento científico e tecnológico nas empresas e no Município de Curitiba/PR [16]. Assim, para que se saiba como um projeto deva ser elaborado para que atenda esse objetivo é necessário definir minuciosamente o significado desses termos.

O Manual de Oslo [17], que visa prover um conjunto de definições coerentes e, na medida do possível, precisas sobre os distintos tipos de inovações, atividades de inovação e, por conseguinte, a de empresas inovadoras, é utilizado como referência explicativa nos formulários previstos no processo para concessão do benefício de ISS Tecnológico.

Para o Manual, “Inovações Tecnológicas em Produtos e Processos (TPP) compreendem as implantações de produtos e processos tecnologicamente novos e substanciais melhorias tecnológicas em produtos e processos. Uma inovação TPP é considerada implantada se tiver sido introduzida no mercado (inovação de produto) ou usada no processo de produção (inovação de processo). Uma inovação TPP envolve uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais” (grifo nosso).

A exigência mínima é que o produto ou processo seja novo (ou substancialmente melhorado) para a empresa (não precisa ser novo no mundo), estando incluídas inovações relacionadas com atividades primárias e secundárias, bem como inovações de processos em atividades ancilares.

Desta forma, o desenvolvimento científico e tecnológico objetivado pelo Município de Curitiba nada mais é que investimentos em inovações.

2.4. Termos caracterizados como despesas elegíveis

O requisito nuclear para que uma empresa prestadora de serviço seja beneficiária do ISS Tecnológico é que apresente um projeto que vise a utilização da verba que será deduzida do recolhimento do imposto nas

despesas elegíveis estabelecidas pelo o Decreto Municipal de Curitiba nº 1.363/2008 em seu artigo 28, a saber:

a. equipamentos, exceto veículos;
b. capacitação de recursos humanos;
c. serviços de consultoria;
d. aquisição e/ou desenvolvimento de sistemas;
e. despesas com viagens compatíveis com o projeto;
f. livros técnicos e periódicos;
g. Infra-estrutura física, necessária à implantação e operação do projeto.

As despesas elencadas acima devem atender os conceitos dados pelo Manual de Oslo e encontrados nos formulários a serem preenchidos pelas empresas para a concessão do ISS Tecnológico. Os três conceitos são esquematizados na tabela 1 - Conceitos que qualificam a Inovação segundo o Manual de Oslo [17] - e explicados em seguida.

Tabela 1- Conceitos que qualificam a Inovação segundo o Manual de Oslo

Tipo de inovação	Natureza da Inovação	Grau de Novidade
de produto/serviço	Inovação incremental	novos para a empresa
de processo	Inovação radical	novos para o mercado e regional/municipal
de Gestão/ Organização		novos para o mercado nacional ou internacional

A - Tipo de Inovação

Inovação de produto/serviço: mudanças significativas nas potencialidades de produtos e serviços. Incluem-se bens e serviços totalmente novos (para a empresa) e aperfeiçoamentos importantes para produtos e serviços existentes.

Produto/serviço tecnologicamente novo é aquele cujas características fundamentais (especificações técnicas, usos pretendidos, software ou outro componente imaterial incorporado) diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa. A inovação de produto também pode ser progressiva, através de um significativo aperfeiçoamento tecnológico de produto previamente existente, cujo desempenho foi substancialmente aumentado ou aprimorado. Um produto simples pode ser aperfeiçoado (no sentido de obter um melhor desempenho ou um menor custo) através da utilização de matérias-primas ou componentes de maior rendimento. Um produto complexo, com vários componentes ou subsistemas integrados, pode ser aperfeiçoado via mudanças parciais em um dos seus componentes ou subsistemas. Desta definição são excluídas: as mudanças puramente estéticas ou de estilo e a comercialização de produtos novos integralmente desenvolvidos e produzidos por outra empresa.

Inovação de processo: mudanças significativas nos métodos de produção e distribuição.

Inovação tecnológica de processo refere-se a processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado, que envolve a introdução de tecnologia de produção nova ou significativamente aperfeiçoada, assim como de métodos novos ou substancialmente aprimorados para manuseio e entrega de produtos (acondicionamento e preservação). Estes novos métodos podem envolver mudanças nas máquinas e equipamentos e/ou na organização produtiva (desde que acompanhada de mudanças no processo técnico de transformação do produto). O resultado da adoção de processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado deve ser significativo em termos: do nível e da qualidade do produto ou custos de produção e entrega. A introdução deste processo pode ter por objetivo a produção ou entrega de produtos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados que não possam utilizar os processos previamente existentes, ou, simplesmente aumentar a eficiência da produção e da entrega de produtos já

existentes sendo excluídas as mudanças: pequenas ou rotineiras nos processos produtivos existentes, e aquelas puramente administrativas ou organizacionais; a criação de redes de distribuição e os desenvolvimentos necessários para comércio eletrônico de produtos. Nesta questão estão contidas as alterações tecnológicas decorrentes de processos de verticalização (ou desverticalização) da estrutura produtiva de cada firma.

Inovações de Gestão/Organização: implementação de novos métodos de gestão, tais como mudanças em práticas de negócios, informatização de procedimentos administrativos, procedimentos para adoção de certificação de conformidade técnica e qualidade e organização do local de trabalho. Envolve a renovação de procedimentos e métodos de organizar empresas, fornecedores, produção e comercialização de bens e serviços.

B - Natureza da Inovação

Inovação incremental: Introdução em uma empresa, sem alteração da sua estrutura produtiva, de qualquer tipo de melhoria em produto/serviço, processo produtivo ou organização.

Inovação radical: Introdução de novo produto ou processo ou renovação da forma de organização da produção que podem resultar em ruptura estrutural com o padrão tecnológico até então utilizado, dando origem a novas linhas de produtos/serviços ou mercados para a empresa.

C - Grau de Novidade

A inovação tecnológica se refere a produto e/ou processo novo (ou substancialmente aprimorado) para a empresa, não sendo, necessariamente, novo para o mercado/setor de atuação, podendo ter sido desenvolvida pela empresa ou por outra empresa/instituição. Dada esta definição, a recomendação é que sejam feitas distinções entre os produtos e processos que representam:

a. uma inovação para a empresa, mas que já haviam sido implementados por outras empresas;
b. aqueles novos para o mercado e regional/municipal (geralmente mercado de atuação da empresa) e
c. aqueles que são novos para o mercado nacional ou internacional, de modo a captar o grau de novidade da inovação introduzida."

A seguir, exemplos de inovação dados pelo Manual de Oslo para alguns tipos de empresas prestadoras de serviço:

Atacadistas de máquinas, equipamentos e suprimentos

- Criação de websites na Internet onde novos serviços como informações sobre produtos e várias funções de apoio podem ser entregues aos clientes gratuitamente.
- Publicação de um novo catálogo para clientes em disco CD compacto. As imagens podem ser escaneadas digitalmente e gravadas diretamente no CD, onde podem ser editadas e vinculadas a um sistema administrativo que dê informações sobre o produto e os preços.
- Novos sistemas de processamento de dados.

Empresas de transporte rodoviário

- Uso de telefones celulares para redirecionar os motoristas ao longo do dia. Permite aos clientes maior flexibilidade nos destinos das entregas.
- Novo sistema de mapeamento por computador, usado pelos motoristas para descobrir a rota de entrega mais recente (isto é, de um destino para outro). Isto permite oferecer aos clientes entregas mais rápidas.
- Introdução de reboques com oito contêineres em forma de globo, em vez dos quatro habituais.

Empresas de consultoria e fornecimento de software

- Desenvolvimento de toda uma linha nova de pacotes distintos para os clientes oferecendo aos clientes graus variáveis de assistência/apoio.
- Introdução de novos aplicativos de multimídia que podem ser usados para fins educativos, eliminando-se a necessidade da presença real de um instrutor humano Utilização de técnicas de programação orientadas pelo objeto no desenvolvimento de sistemas de processamento automático de dados.
- Desenvolvimento de novos métodos de gerenciamento de projetos.
- Desenvolvimento de aplicativos de software através de computer-aided design (CAD).

Empresas de propaganda e marketing

- Entrega de relações de clientes potenciais em disquetes junto com um sistema de preenchimento de lista (programa) que permita às empresas clientes analisar, elas próprias, e extrair amostras das relações.
- Capacidade de assistir os clientes em campanhas de marketing direto oferecendo-se para distribuir folhetos de propaganda previamente etiquetados, etc., endereçados a domicílios selecionados.
- Iniciar um processo de controle para verificar através do telefone com domicílios aleatoriamente selecionados se estão de fato recebendo os folhetos/anúncios que deveriam estar recebendo.
- Entrega de aplicativos de software necessários para que os clientes possam, eles mesmos, analisar os dados junto com bases de dados estatísticos.

3. Desenvolvimento da pesquisa

A pesquisa teve como objetivo fazer uma análise profunda sobre a Lei e o Decreto do Município de Curitiba, buscou diversificar as fontes de conhecimentos, a fim de esclarecer um conjunto de questões levantadas sobre o incentivo fiscal. Assim, além da fonte legal responsável pela visão geral sobre o benefício fiscal, o trabalho trouxe entrevistas com o gestor do Programa e com um profissional autônomo de Curitiba, com o objetivo de detectar a possibilidade desse se beneficiar da lei.

Além disso, visto existir dificuldades burocráticas para obter o benefício fiscal na cidade de Curitiba, o último subitem traz, para o melhor entendimento, as fases do processo a serem observadas por empresas que pretendam adquirir o benefício fiscal, dando destaque aos principais documentos que devem ser entregues à gestora do Programa.

3.1. Entrevistas

a) Gestor do programa CURITIBA TECNOLÓGICA

A entrevista com o gestor do Programa foi realizada por telefone em janeiro de 2011. Foram feitas perguntas para esclarecer o benefício criado pelo município. Entre as questões discutidas, buscou-se entender: as características esperadas de uma empresa prestadora de serviço para que esta possa ser beneficiada, o que caracteriza o desenvolvimento científico e tecnológico, as condições para que o projeto envolva mais de uma empresa e a forma de acompanhamento da execução do projeto.

Como resposta, obteve-se a informação de que uma empresa prestadora de serviço é aquela que exerce alguma das atividades elencadas na Lista de serviços anexa à Lei Complementar 116/2003. Ademais, para que se entenda se uma empresa está investindo em pesquisa e desenvolvimento tecnológico e científico deve ater-se às definições definidas no Manual de Oslo. Quanto aos projetos que envolvam duas ou mais empresas, deve-se observar o limite de R$ 40 mil, a fim de facilitar o acompanhamento da evolução do programa.

Por fim, o gestor alertou sobre os prazos e recomendou que os projetos sejam apresentados entre final de abril a junho de cada ano para que consigam ser aprovados, uma vez que há a exigência de se respeitar a ordem cronológica de protocolo na fase de análise e aprovação.

b) Profissional autônomo

O profissional selecionado foi uma médica que possui consultório próprio e é contribuinte do ISS fixo. A entrevista também ocorreu por telefone e teve duração de aproximadamente trinta minutos.

Buscou-se verificar a possibilidade dessa profissional se beneficiar do Programa ISS Tecnológico.

A conclusão beirou para o lado negativo, uma vez que a lei pressupõe que uma empresa prestadora de serviço deva possuir o Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas – CNPJ, bem como um contrato ou estatuto social para que passe da primeira fase do processo, qual seja a da Aptidão.

3.2. Visão geral da Lei

O ISS Tecnológico é um programa de incentivo tributário criado pelo Município de Curitiba, capital do estado do Paraná, e foi o resultado da união de associações comerciais, industriais e companhias de desenvolvimento econômico que tinha como objetivo fomentar a pesquisa e o desenvolvimento científico e tecnológico na cidade.

Esse benefício resulta na dedução do pagamento do Imposto Sobre Serviço e é destinado às empresas prestadoras de serviços estabelecidas na cidade de Curitiba, sendo regulado pela Lei Complementar nº 39/2001 e pelo Decreto nº 1.363/2008.

A Lei Complementar nº 39 de 18 de dezembro de 2001 cria oficialmente o Programa CURITIBA TECNOLÓGICA (conhecido também como ISS Tecnológico), bem como estabelece sua finalidade de incentivar a pesquisa e o desenvolvimento científico e tecnológico das empresas prestadoras de serviços estabelecidas no Município de Curitiba. Em seus artigos são definidas normas gerais de regulamentação do incentivo, as quais tratam da competência do Poder Executivo, a delimitação dos percentuais de concessão do benefício, os sujeitos passíveis de serem beneficiários do programa dentre outras regras.

A participação nesse programa é restrita às empresas que tenham recolhido regularmente o ISS durante os 2 (dois) exercícios anteriores à data de apresentação do projeto e que apresentaram crescimento real anual na arrecadação do citado tributo. O valor máximo de incentivo por contribuinte é calculado sobre o ISS recolhido no exercício anterior ao da apresentação do projeto, observados os seguintes limites:

I. Até 20% se o recolhimento for igual ou superior a R$ 360.000,00 e
II. Até 50% se o recolhimento for inferior a R$ 360.000,00.

O projeto mencionado acima é o instrumento que uma empresa utiliza para solicitar ao Poder Público o benefício do PROGRAMA. Uma vez aprovado, o contribuinte poderá deduzir mensalmente o benefício concedido, contudo, deve observar o mínimo de 80% do valor do incentivo a serem aplicados no Município de Curitiba.

Ademais, é vedada a cumulação de incentivos sobre o mesmo imposto (p. ex. microempresas e empresas de pequeno porte que já aderiram o programa SIMPLES Nacional não poderão, simultaneamente, ser beneficiadas pelo programa ISS).

Quanto às delegações de competência do Poder Executivo, este fica autorizado a:

I. Fixar anualmente o total do valor a ser objeto de incentivo, não podendo ultrapassar 50% do crescimento real anualmente apurado na arrecadação
II. Designar comissão de analisar o mérito, custos e resultados dos projetos apresentados e
III. Regulamentar o processo de concessão do incentivo.

Desta forma, a Lei complementar tratada tem sua eficácia limitada e dependente de manifestação do Chefe do Poder Executivo, o qual apenas exerce suas funções designadas nos três incisos anteriores em 16 de

dezembro de 2008 com o Decreto nº 1.363.

Nesse decreto foi designada a Agência Curitiba de Desenvolvimento S/A como gestora do Programa, com a competência de recepcionar e proceder às análises preliminares e técnicas, bem como acompanhar a execução dos projetos de incentivos uma vez aprovados pela Comissão de Análise e julgamento (CAJ).

A CAJ reunir-se-á no mínimo uma vez por mês para avaliação dos projetos das empresas. Sua presidência é exercida pelo membro representante da Gestora, a quem cabe recepcionar e distribuir entre os membros da Comissão os projetos, para a devida análise e deliberação por maioria simples de votos, cabendo a ele o voto de qualidade, quando for o caso. A CAJ tem competência exclusiva de deliberar de modo fundamentado os projetos que obterão o incentivo, observando sempre duas categorias:

Categoria A – para projetos cujo valor do incentivo seja menor ou igual a R$ 40.000,00; e

Categoria B – para projetos cujo valor do incentivo seja maior que R$ 40.000,00.

Quanto à categoria A, serão assegurados a ela 15% do valor fixado anualmente pelo chefe do Poder Executivo, bem como o incentivo poderá ser apresentado por 2 (duas) ou mais empresas, devendo as empresas postulantes indicar uma representante para efeitos do projeto perante a Gestora. Quanto às despesas elegíveis, necessárias ao desenvolvimento do projeto, elas devem se enquadrar em, pelo menos, um dos itens abaixo:

a. equipamentos, exceto veículos;
b. capacitação de recursos humanos;
c. serviços de consultoria;
d. aquisição e/ou desenvolvimento de sistemas;
e. despesas com viagens compatíveis com o projeto;
f. livros técnicos e periódicos;
g. Infra-estrutura física, necessária à implantação e operação do projeto.

O uso do incentivo para o item ‘g’ está limitado em 50% (cinqüenta por cento) - infraestrutura física, necessária à implantação e operação do projeto para qualquer categoria contemplada pelo programa. As despesas dos projetos ficam assim limitadas:

I. para projetos enquadrados na categoria A, as despesas com equipamento poderão chegar a 100% (cem por cento) do valor do incentivo concedido;
II. para projetos enquadrados na categoria B, as despesas ficam limitadas da seguinte forma:
   a) projeto cujo incentivo seja maior que R$ 40.000,00 (quarenta mil reais) e menor ou igual a R$ 120.000,00 (cento e vinte mil reais), as despesas com equipamentos ficam limitadas em até 70% (setenta por cento);
   b) projeto cujo incentivo seja maior do que R$ 120.000,00 (cento e vinte mil reais), as despesas com equipamento ficam limitadas em até 50% (cinqüenta por cento).

Os recursos do incentivo podem ser aplicados nas empresas controladas ou pertencentes juridicamente ao mesmo grupo empresarial, em projetos de instalação e/ou ampliação de espaços físicos, quando voltadas a abrigar atividades intensivas em tecnologia, no município de Curitiba.

3.3 O Processo para aquisição do beneficio

A figura 1, que ilustra as seis fases previstas para uma empresa se beneficiar da lei, deixa de forma simplificada o realizado pela empresa e pela ACJ durante a execução o processo.

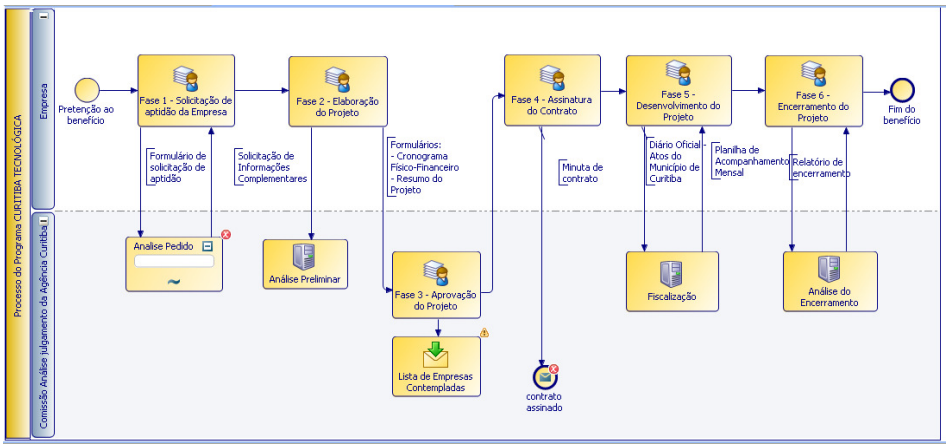

Processo do Programa CURITIBA TECNOLÓGICA
Empresa
Comissão Análise Julgamento da Agência Curitiba
Pretenção ao benefício
Fase 1 - Solicitação de aptidão da Empresa
Fase 2 - Elaboração do Projeto
Fase 4 - Assinatura do Contrato
Fase 5 - Desenvolvimento do Projeto
Fase 6 - Encerramento do Projeto
Fim do benefício
Formulário de solicitação de aptidão
Solicitação de Informações Complementares
Formulários: - Cronograma Físico-Financeiro - Resumo do Projeto
Minuta de contrato
Diário Oficial - Atos do Município de Curitiba
Planilha de Acompanhamento Mensal
Relatório de encerramento
Analise Pedido
Análise Preliminar
Fase 3 - Aprovação do Projeto
Fiscalização
Análise do Encerramento
Lista de Empresas Contempladas
contrato assinado

Figura 1 – Diagrama das fases

1ª Fase: SOLICITAÇÃO DE APTIDÃO DA EMPRESA

As empresas interessadas deverão preencher os seguintes requisitos:

1. Ter recolhido regularmente o tributo durante os dois exercícios anteriores a data da apresentação do projeto;
2. Ter apresentado um crescimento real anual na arrecadação do tributo;
3. Contrato social ou a última alteração contratual consolidada;
4. Estar em situação regular com suas obrigações tributárias e cadastrais junto ao município;
5. Preencher um formulário e encaminhá-lo a Agência Curitiba.

No término dessa fase, a empresa será informada se está apta a usufruir do incentivo e o valor a ser utilizado para a elaboração do seu projeto.

2ª Fase: ELABORAÇÃO DO PROJETO

A empresa deve preencher um segundo formulário específico ao valor do incentivo liberado, juntamente com os formulários: "Cronograma Físico-Financeiro" e "Resumo do Projeto", os quais correspondem o próprio projeto a ser apresentado na unidade de gestão do Programa para análise preliminar, juntamente com a indicação de um responsável técnico pela proponente.

A Gestora poderá solicitar informações complementares, as quais devem ser atendidas no prazo de 15 dias.

3ª. Fase: APROVAÇÃO DO PROJETO

Os projetos deverão ser protocolados na Agência Curitiba. Nessa fase será realizada a análise técnica, verificando a viabilidade do projeto, no que tange as questões de custos, o cronograma físico, financeiro e legal.

É nesse momento que a ordem cronológica do registro no Sistema Único de Protocolo – SUP da Prefeitura Municipal de Curitiba deve ser rigorosamente observada para a análise de aprovação

Após análise das questões citadas, será emitido resumo executivo por um técnico da Gestora, o qual servirá de fundamentação à deliberação da CAJ pela aprovação ou não do projeto, sempre observando:

I. O mérito: quanto às reais possibilidades do projeto fomentar a pesquisa e o desenvolvimento científico e tecnológico nas empresas proponentes a partir das justificativas e objetivos relatados no projeto em relação ao incentivo proposto;

II. a consistência: quanto à relação entre os itens do projeto, em especial aos objetivos e a aplicação de recursos associados aos resultados esperados;
III. Os resultados: quanto à relação entre a redução fiscal e o impacto nos negócios da empresa.

Ao término dessa fase, serão divulgadas as empresas contempladas com o incentivo.

4ª. Fase: ASSINATURA DO CONTRATO

A empresa incentivada deverá recolher para a Gestora, a título de ressarcimento de custos operacionais, a importância resultante da aplicação do percentual de três por cento sobre o valor do incentivo do projeto aprovado e, após, preencherá a "Minuta de Contrato" com o nome do representante legal da empresa, assiná-la-á e reconhecerá firma em cartório, encaminhando-a para a Agência Curitiba no prazo de 15 dias.

Para o recolhimento da taxa de 3% (três por cento) e preenchimento da "Minuta de Contrato" a empresa receberá da Agência Curitiba, e-mail com as informações necessárias ao procedimento.

5ª Fase: DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Conforme determina o Art. 22 do Decreto nº 1.363/2008, as empresas proponentes deverão apresentar à Agência Curitiba, relatórios mensais que versem sobre:

I. o desenvolvimento do projeto de acordo com os cronogramas físico-financeiro e técnico;
II. prestação de contas do mesmo período, de acordo e nos prazos estabelecidos em contrato;
III. ISS devido, incentivo concedido e ISS recolhido.

A esses relatórios, também denominados "Planilhas de Acompanhamento Mensal", devem ser anexados documentos fiscais referentes às aquisições de bens e contratação de serviços, bem como o comprovante e os respectivos recolhimento do ISS.

O acompanhamento dos projetos aprovados será efetuado pela Gestora, direta ou indiretamente, tendo como objeto a verificação do desenvolvimento físico e financeiro e o cumprimento das contrapartidas previstas.

As empresas incentivadas deverão permitir o acesso aos técnicos da Gestora e do Município de Curitiba, bem como fornecer todas as informações pertinentes ao projeto apresentado, permitindo ainda a identificação de equipamentos adquiridos com os recursos do incentivo, na forma de selos patrimoniais, sendo que, em caso de não cumprimento, caracterizar-se-á infração contratual.

6ª Fase: ENCERRAMENTO DO PROJETO

O "Relatório de Encerramento" deverá ser preenchido e encaminhado à Agência Curitiba.

Cabe aqui observar que todos os formulários, Minuta de contrato, Planilha e Relatórios mencionados nessa análise podem ser encontrados no site da Agência Curitiba [4].

Por fim, vale ressaltar que a empresa que concluir o projeto com custo menor do que o incentivo concedido, não poderá aproveitar o saldo na apresentação de um novo projeto.

4. Resultado

O ISS é um dos principais impostos de um município forte no setor de prestação de serviço. A cidade de Curitiba já acumula alguns títulos de excelência de gestão municipal e com um desenvolvimento social e econômico inspirador num ciclo virtuoso e próspero.

Seu programa Curitiba Tecnológica utiliza o Manual de Oslo para definir o que é inovador em termos de

produto e processo, além de deixar explicitados os elementos de investimentos do benefício. A partir dos resultados observados nos primeiros anos do Programa com o crescimento das empresas beneficiadas, é incontestável o sucesso do Programa.

Porém, a entrevista com o gestor do programa não sanou todas as dúvidas sobre os termos práticos da aplicação da lei. Pontos de estrangulamentos constatados podem ser elencados a seguir:

- O Programa não conseguiu atingir os profissionais autônomos devido às exigências impostas, quais sejam o CNPJ e um contrato social;
- O montante de verba do Programa é apenas anual, tornando a ordem cronológica de análise e aprovação do projeto crucial para que uma empresa consiga ou não o benefício;
- Em relação à abrangência das empresas que são propensas a utilizar o benefício, as microempresas (ME) e empresas de pequeno porte (EPP) não são individualmente motivadas, visto que o valor a ser pleiteado é ínfimo em relação, por exemplo, aos custos de aquisição de um equipamento. Assim, para essas empresas é mais vantajoso aderirem ao plano SIMPLES, benefício criado pelo Poder Público federal, mesmo levando em consideração que o Programa Curitiba Tecnológica possibilita a união de duas ou mais empresas interessadas em um mesmo projeto, a fim de customizar e viabilizar o aproveitamento do benefício.

Por outro lado, a burocracia exigida para que o projeto seja aprovado traz maior segurança às empresas beneficiadas pelo ISS Tecnológico, pois a vinculação ao projeto aprovado não trará dúvidas do cumprimento das exigências estipuladas e não haverá, assim, discricionariedade por parte da gestora na dedução do imposto.

O trabalho desenvolvido exigiu um intenso estudo sobre o Programa Curitiba Tecnológica, buscando informações de conceitos tanto no âmbito jurídico como na área de tecnologia. Ademais, além de buscar definições em literaturas forenses, a pesquisa exigiu entrevistar o gestor do Programa para entender e delimitar o assunto, buscando informações que apenas a prática pode oferecer.

5. Conclusão

O artigo relatou o trabalho de pesquisa realizado e buscou contribuir com a evolução, clareza e disseminação do tema ISS Tecnológico. Trouxe também informações pertinentes às diversas partes interessadas, principalmente para empresas prestadoras de serviços do município de Curitiba. Com a descrição detalhada sobre o processo de aquisição do benefício e a visão geral da lei e do decreto municipais que tratam sobre o Programa, o trabalho tornou um material de fácil compreensão que resume sobre a aplicação do incentivo.

Esse benefício pode trazer às regiões incremento de pesquisas aplicadas no desenvolvimento da atividade empresarial; fortalecimento da base empresarial local; aprimoramento da capacitação técnica das empresas; modernização empresarial; desenvolvimento de novos produtos e avanço do desenvolvimento econômico, científico e tecnológico do Município.

Diante disso, conforme declarações do Secretário de Tecnologia da cidade de Londrina, interior do estado de Paraná, o sucesso do PROGRAMA CURITIBA TECNOLÓGICA motivou a criação de um incentivo tributário semelhante e com o mesmo objetivo: trazer desenvolvimento tecnológico à região.

Assim, em 15 de setembro de 2010, a Lei nº 10.994 criou o Programa ISS Tecnológico [18], que instituiu benefícios fiscais para as empresas prestadoras de serviços que realizarem investimentos para pesquisa e desenvolvimento tecnológico no Município de Londrina. A lei por ser nova ainda não obteve resultado que possa ser analisado, porém, ela já diferencia da lei de Curitiba ao ter uma porcentagem maior de uso do benefício com empresas fora do município.

Outros municípios possuem benefícios fiscais que incentivam a tecnologia. A cidade de Campinas/SP,

por exemplo, com Lei 12.653/2006 [19] e o Decreto 15.841/2007 [20], dispõe sobre a concessão de incentivos fiscais para empresas de base tecnológica em seu Município, contudo, como pode se notar, em Campinas ele está restrito a alguns serviços definidos como: Serviços de Informática e Congêneres; Serviços de pesquisa e desenvolvimento de qualquer natureza; Serviços de biologia, biotecnologia e serviços técnicos em eletrônica.

O ISS Tecnológico estudado abrange todas as empresas prestadoras de serviço que querem inovar, não apenas àquelas que têm como função social a própria inovação, como faz a cidade de Campinas/SP. Assim, para os municípios que pretendam criar benefício fiscal similar ao estudado, espelhar-se na Lei de Curitiba trará maior inovação, principalmente tecnológica, para a região.

O tempo reduzido na realização da pesquisa não possibilitou uma pesquisa que abrangesse um estudo de caso em que, em parceria com alguma empresa instalada em Curitiba, poderia se executar o processo de concessão do incentivo fiscal e acompanhar desde a primeira fase exigida (fase da aptidão) até o relatório final a ser entregue depois de transcorrido 12 (doze) meses a partir da assinatura do contrato.

Agradecimentos

Este trabalho de pesquisa não poderia ser realizado sem o do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI).

Referências

[1] Guia Prático do Prefeito Empreendedor. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE, 2008, 102p.
[2] Manual de Desenvolvimento dos Municípios. Brasília: CNM/ SEBRAE, 2011, 104p., Vol. 1
[3] CURITIBA-PR. Lei Complementar nº 39 de 18 de dezembro de 2001
[4] CURITIBA, Agência. Incentivos Tributários. Disponível em http://www.agencia.curitiba.pr.gov.br/publico/conteudo.aspx?codigo=9, último acesso em: 06/07/2011
[5] MENEZES, E. M. DA SILVA, E. L.. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 3ª edição. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001
[6] BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Sem., 1988.
[7] NUNES, P. Dicionário de tecnologia jurídica. Rio de Janeiro/São Paulo: Biblioteca Jurídica Freitas Bastos, 1974.
[8] BRASIL. Lei Complementar nº 116, de 31 de julho de 2003.
[9] SABBAG, E. Manual de Direito Tributário. São Paulo: Saraiva, 3ª edição, 2011.
[10] CARVALHO, P. B. Curso de Direito Tributário. São Paulo: Saraiva, 23ª edição, 2011.
[11] ROCHA, V. O. et al. O ISS e a LC 116. São Paulo: Dialética, 2003.
[12] COELHO, F. U. Curso de Direito Comercial: Direito de Empresa Vol. 1. São Paulo: Saraiva, 13ª Ed. 2009.
[13] DICIONÁRIO HOUAISS, 1ª edição, Objetiva, Rio de Janeiro, 2001.
[14] DINIZ, M. H. Dicionário Jurídico. São Paulo: Saraiva, 1998.
[15] CURITIBA-PR. Lei Complementar Nº 40/2001 de 18 de dezembro de 2001.
[16] CURITIBA-PR. Decreto nº 1.363 de 16 de dezembro de 2008.
[17] Manual de Oslo: Diretrizes Para Coleta e Interpretação De Dados Sobre Inovação. 3ª edição. OECD/OCDE - FINEP, v2006.
[18] LONDRINA-PR. Lei nº 10.994 de 15 de setembro de 2010.
[19] CAMPINAS-SP. Lei 12.653, de 10 de outubro de 2006.
[20] CAMPINAS-SP. Decreto 15.841, de 30 de maio de 2007.
[21] Portal Tributário, último acesso em: 06/07/2011; Disponível em http://www.portaltributario.com.br/noticias/incentivo_iss.htm.

ANÁLISE DA COMUNICAÇÃO NUMA EMPRESA: VIABILIDADE DO USO DE FERRAMENTAS WEB 2.0

Ariany Retamero Carvalho, Luís Ricardo S. Molina, Marbília Passagnolo Sérgio, Amauri A. Aguiar
Faculdade de Tecnologia – FT/UNICAMP,
Faculdade de Eng. Elétrica e Computação – UNICAMP,
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI/ MCT,
Divisão de Sistemas de Segurança de Informação – DSSI
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
– PROAC/UNICAMP
{ariany.carvalho, luis.molina, marbilia.sergio}@cti.gov.br; amauri@unicamp.br

Resumo

Novas ferramentas de Web 2.0 dão apoio à gestão do conhecimento facilitam a troca de experiências entre os trabalhadores. Pode-se utilizar teoria de força de vínculos e ciclo de vida de uma empresa para identificar a ferramenta adequada. Através de um estudo de caso com uma empresa intensiva em TI, foram identificadas as características de vinculo entre seus profissionais e a fase de vida que se encontra. A partir da analise dessas informações, identificou-se a possibilidade de se utilizar o Facebook para tornar vínculos fracos em fortes. Identificou-se a demanda latente da empresa em adquirir processos bem definidos, assim como a de conhecer melhor as ferramentas por ela já adotada. Dada à característica de uma empresa ainda jovem, é fortemente recomendado estabelecer uma boa gerência de mudança para garantir o sucesso das mudanças propostas.

Palavras-chave: Web 2.0, redes sociais; ESSPs; inovação na gestão de empresas.

1. Introdução

Mudanças no ambiente de negócios, tais como a elevada globalização, o offshore outsourcing, aumento dos custos de viagem, aumento repentino de trabalho móvel e a necessidade de coletivamente tomar decisões, tem modificado o modo como os grupos trabalham e tomam decisões. Notável é o crescimento das equipes de trabalho virtual em diferentes lugares e horas possíveis [1].

Para realizar a integração desses grupos de trabalho com a empresa, novos sistemas de gestão do conhecimento procuram obter o conhecimento tácito, melhores práticas e experiências relevantes dos trabalhadores em toda a empresa e depois disponibilizar essa informação numa base de dados. Novas plataformas não focam a captura de conhecimento em si, mas sim sobre as práticas de compartilhar o conhecimento dos trabalhadores [2].

A “Comunicação Organizacional tem por função estabelecer os canais de comunicação e respectivas ferramentas para que a empresa fale da melhor maneira com seus diferentes públicos”, para isso é preciso conhecer as potencialidades que as novas tecnologias digitais possuem [3].

Desde a Web 2.0 Conference, realizada em Outubro de 2005 nos Estados Unidos, as tecnologias "Web 2.0" foram rapidamente ganhando aceitação, expandido o reconhecimento como no blog e no Social Network Service (SNS) e utilizando serviços Web 2.0 [4].

Estudiosos acreditam que as organizações que utilizarem essas novas aplicações e tecnologias da Web 2.0, poderão se beneficiar com a melhora de muitos processos de negócios internos e suas cadeias de suprimentos [5].

Os benefícios acima citados, no entanto, não são adquiridos automaticamente. Experiências empresariais mostram que é surpreendentemente difícil para as pessoas e organizações se afastar de suas atuais ferramentas e hábitos de colaboração para adotar novas [6]. Para haver uma mudança de paradigma para efetiva adoção de ferramentas Web 2.0 tornando-se uma empresa 2.0, o gestor deve envolver-se nessa transição se quiserem ser bem-sucedidos.

Tendo em vista o exposto, esta pesquisa teve como objetivo, através de um estudo de caso, identificar se uma empresa intensiva em TI já adota ferramentas Web 2.0; se sim, quais e como estas ferramentas são utilizadas, apontar evidências que possivelmente colaborem para a dificuldade para sua adoção, e caso ainda não utilize, identificar possíveis ferramentas passíveis de serem adotadas caracterizando as suas finalidades e apontar boas praticas que colaborem para o sucesso de uma possível iniciativa.

Este artigo está organizado nos próximos itens de forma que no item 2 são apresentados conceitos e teorias relevantes para o entendimento do trabalho, no item 3 é apresentado o estudo de caso e os resultados encontrados, no item 4 é apresentada uma análise das evidencias observadas durante a pesquisa e uma conclusão tendo em vista as questões levantadas.

2. Conceitos e teorias relevantes

Este item discorre sobre os conceitos de Web 2.0, Empresa 2.0, Teoria dos vínculos, Ciclo de Vida da Empresa e explica a ferramenta Web 2.0 Facebook por serem relevantes para o entendimento do trabalho realizado.

2.1. O que é Web 2.0?

O termo popular de Web 2.0 é utilizado para descrever a tecnologia de Internet avançada e aplicações, incluindo blogs, wikis, RSS, podcasting, mashups e redes sociais, sendo o seu conteúdo geral para facilitar uma maior colaboração entre os seus usuários [5].

O conceito de Web 2.0 pode ser descrito não como um mero “hype”, um modismo, mas sim uma revolução dos negócios na indústria da informática causada pela migração para a internet como uma plataforma e uma tentativa de entender as regras para o sucesso dessa nova plataforma. Encabeçando essas regras, podemos destacar o procedimento de criar aplicativos que se beneficiem dos efeitos da rede para tornar-se melhor à medida que mais pessoas possam utilizá-los [7].

Podemos definir a Web 2.0 como “um conjunto de princípios e práticas que interligam um verdadeiro sistema solar de sites que demonstram alguns ou todos esses princípios e que estão a distâncias variadas do centro” [7].

Essas novas tecnologias estão presentes tanto em nossa vida social quanto a profissional. No social, participamos de comunidades virtuais para resgatar amizades ou desfrutar de novas, realizamos inúmeros contatos por emails e chats, assistimos a vídeos no Youtube, efetuamos compras sem sair de casa ou do escritório através de sites de e-commerce, o que mostra que estamos constantemente conectados. No profissional, é preciso pensar em todas estas possibilidades de instrumentos e ações como veículos e meios de comunicação entre as organizações, entre usuários e seu público [3].

As habilidades e procedimentos das ferramentas de colaboração 2.0 podem resultar em notável flexibilidade na operação e redução de custos em algumas empresas. Além disso, a partir da década de 90, grandes e influentes empresas como Amazon, eBay, Google, SAP, Oracle, Cisco, Microsoft, Apple entre outras, foram capazes de gerar ou lucrar com a utilização dessas inovações [6].

Estas ferramentas também podem ser usadas para melhorar a eficácia e a eficiência do grupo no processo de tomada de decisão, sendo uma das suas maiores vantagens: melhorar a colaboração com clientes, fornecedores e outros parceiros, bem como entre usuários internos [5].

Para entendermos Web 2.0 como plataforma, precisamos definir o conceito. De uma forma bem simples e superficial, plataforma é o lugar que abriga os programas e fornece os elementos que os mesmos precisam para existir. McAfee (2010) descreve que "Se o software fosse um cachorrinho, a plataforma seria a casinha onde ele fica, a água e a comida, é tudo que ele precisa para existir."

Brito (2009), identifica alguns termos e estruturas que fazem parte do conceito de Web 2.0, diferenciando o que é do que não é. Destaca-se a seguir alguns exemplos do que não é Web 2.0 versus seu correspondente: Chat e ICQ versus redes sociais (Orkut, Facebook, Twitter, etc.) e MSN; acesso a diversos sites de notícias versus uso de widgets, iGoogle, RSS, podcast, blogs, videocast, comunidades e micro-blog; sites que funcionam apenas em computadores versus sites cross-platform que funcionam em diversos dispositivos como celulares, smartphones, PDA's, assim como os com conexão a Internet [8].

2.2. O que é Empresa 2.0?

Segundo McAfee (2010) "uma empresa pode ser considerada como Empresa 2.0 quando adota as ferramentas e as abordagens da Web 2.0. Isto é, utiliza as plataformas emergentes de software social em busca de seu objetivo". Essa definição não se aplica somente às empresas de informática e fabricantes de computadores, mas sim a todas as empresas que implantam ESSPs (Emergents Softwares Social Plataform). Ainda para McAfee (2010), a definição de ESSP se decompõe em três termos: software social, onde as pessoas se encontram, se conectam ou colaborem entre si por meio da formação das comunidades on-line; plataforma, por ser ambientes digitais onde as contribuições e interações são globalmente visíveis e persistentes ao longo do tempo; e emergente, significando que o software é livre e contém mecanismos que permitam que as interações entre pessoas também se tornem visíveis ao longo do tempo [6].

Segundo O'Reilly, a ESSP "não focaliza a internet e as tendências sociais, mas sim as organizações, como empresas e agências do setor publico". Portanto, Empresa 2.0 diz respeito a como as organizações utilizam as ESSPs abrangendo participantes, tais como funcionários, fornecedores, clientes, dentre outros, o que envolve uma dimensão maior do que somente intranets, tais como extranets e sites públicos [6].

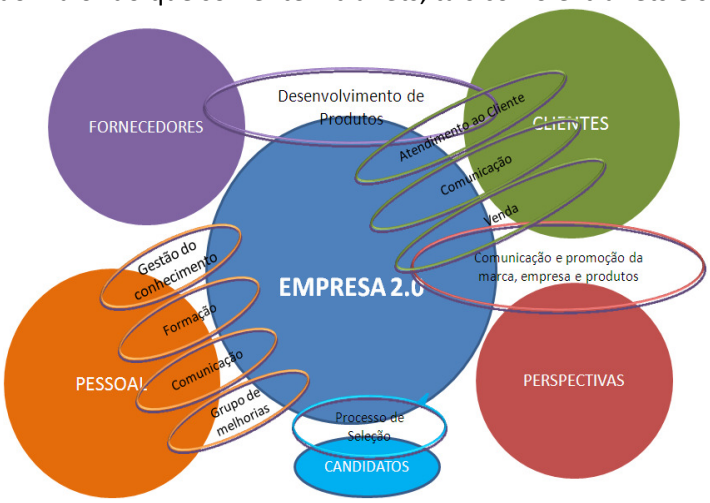


Figura 1 - Empresa 2.0 - uso das redes sociais [9].

Na Figura 1 é apresentado como uma empresa 2.0 pode se utilizar das ESSPs para estabelecer comunicação com seus diversos stakeholders, assim como a perspectiva de sua estratégia de mercado visando promover sua imagem e produtos.

2.3. Vínculos interpessoais

Para "enquadrar" os benefícios proporcionados pela Empresa 2.0 e mostrar como as ESSPs populares diferem entre si, utiliza-se os conceitos de vínculo para reconhecer a ferramenta Web 2.0 adequada ao problema de comunicação a ser resolvido.

Segundo Granovetter (1973) "a força de um vínculo é uma combinação (provavelmente linear) da quantidade de tempo, a intensidade emocional, a intimidade (confidências mútuas), e os serviços recíprocos que caracterizam um vínculo" [10]. Os indivíduos fazem sobreposição dos seus círculos de amizade sendo ele maior quanto mais forte for seu vínculo. Ou seja, as pessoas que freqüentemente interagem umas com as outras, tendem a ter mais fortes os seus sentimentos de amizade um pelo outro [6].

Existem quatro características que diferenciam força de vínculos que devem ser conhecidas.

A primeira característica é a de vínculos fortes, caracterizada pela propensão de amigos próximos se envolverem socialmente. A segunda é a de vínculos fracos, onde pessoas que se conhecem, por exemplo, por já terem feito algum projeto juntas, mas que tem menor probabilidade de um envolvimento social do que as do vinculo anterior.

O conjunto formado por uma pessoa e seus conhecidos compreende uma rede de baixa densidade (onde a maioria das possíveis linhas relacionais está ausente), enquanto o conjunto formado pela mesma pessoa e seus amigos próximos, é uma densa malha social (onde muitas das possíveis linhas estão presentes). Pode-se concluir que os vínculos fortes são pouco suscetíveis a serem pontes entre redes, enquanto os vínculos fracos são boas pontes. As pontes auxiliam na resolução de problemas, na coleta de informações e na importação de idéias não familiares [6].

O conceito importante é o de lacuna estrutural, que, segundo Burt (1992), é "uma separação de contatos não redundantes", ou seja, "não levam todas as pessoas e, no entanto, proporcionam os mesmos benefícios de informações". As lacunas estruturais podem ou não serem preenchidas por pessoas. Quando não são, as informações não são transmitidas de uma rede humana para a outra. Nesse contexto, os vínculos são utilizados como pontes para cruzar as lacunas, e os vínculos fracos podem ser interessantes, sendo que não é garantido o preenchimento das lacunas estruturais. Ainda segundo Burt, identificar as lacunas estruturais pode ser valioso para uma pessoa estabelecer contatos que cruzem essas lacunas. Com isso, elas podem fornecer os benefícios da informação para ambas as redes que antes estavam isoladas, aumentando seu capital social. Assim, segundo Granovetter, as lacunas estruturais não cruzadas podem ser proveitosas do ponto de vista do indivíduo, mas, em uma perspectiva empresarial, leva a um sistema social fragmentado e deficiente [6].

Como terceira característica tem-se os chamados vínculos potenciais. Como exemplo, a partir de um trabalhador focal, existe um grande conjunto de colegas de trabalho que são desconhecidos do mesmo, por não terem trabalhado em algum projeto juntos ou por outros motivos. As lacunas estruturais entre o trabalhador focal e as pessoas desse grande conjunto não foram cruzadas por uma pessoa, o que caracteriza a definição de vínculos potenciais, considerados não reais [6].

Por último, a quarta característica de vínculo é a não existência (rotulado de "nenhum"). Como pode se observar, as pessoas nele não necessariamente formarão vínculos valiosos, fortes ou fracos com o trabalhador do conhecimento focal. Porém, podem interagir de forma produtiva entre si numa ferramenta Web 2.0 como a de Mercado de Previsão [6].

Com base nas diferentes características de vínculos, no conceito de Web 2.0 e de Empresa 2.0 e no entendimento da razão pelas quais algumas comunidades virtuais se organizam para atingir objetivos comuns com facilidade e eficácia [10], pode-se aplicar esses conceitos no estudo de uma organização procurando identificar como aumentar a competitividade da empresa, potencializando sua forma de comunicação no seu ambiente de negócio.

2.4. Caracterização do Ciclo de Vida da Empresa

É necessário reconhecer a maturidade de uma empresa analisando a sua capacidade de inovação, a fim de obter um diagnóstico sobre sua capacidade de implementar ESSPs nos seus processos. O Ciclo de Vida da Empresa é uma teoria de administração de empresas que divide a vida de uma organização em quatro fases distintas.

Figura 2 - Ciclo de vida das organizações [11].

A figura 2 caracteriza as quatro fases do ciclo de vida da empresa: a primeira refere-se ao nascimento da empresa, uma fase de maior entusiasmo, em que o empreendedor ou líder cria conceitos ou produtos que serão a base da empresa. A segunda fase é a adolescência, quando a empresa já tem seus produtos ou serviços disponíveis e os negócios promissores. É quando se dá inicio as atividades comerciais, mas ainda não há um controle patrimonial, ou seja, tudo é altamente centralizado e todos fazem de tudo [11].

A terceira fase é a Idade Adulta da Empresa, onde as funções dentro da companhia estão bem definidas, seus métodos e estratégias ainda precisam ser bem estabelecidos e a marca começa a ganhar peso no mercado. As vendas aumentam e o fundador precisa delegar responsabilidades [11]. A quarta fase é Velhice da Empresa, onde ela possui um tamanho considerável e sua marca é forte, grande parte das vezes a companhia é líder de mercado. Para garantir sua competitividade, é necessário lançar novos produtos. Nesta fase ela deve se renovar para recomeçar o ciclo ou estagnar e morrer [11].

Em qualquer uma das fases em que a empresa estiver, é possível a implementação de ESSPs, porém, nas duas primeiras fases, a empresa ainda apresenta uma abertura maior para inovação, já que seus processos e forma de trabalhar ainda não estão consolidados, exigindo ainda uma grande quantidade de improviso.

2.5. Facebook: uma ferramenta Web 2.0

Entre as diversas ferramentas de ESSP, o Facebook, criado em 2004, tornou-se o segundo maior site em termos de acesso nos Estados Unidos, chegando a um total de 350 milhões de usuários em dezembro de 2009. Um dos motivos dessa expansão é a promoção de conectividade entre as pessoas de forma prática. Um exemplo desta praticidade são as atualizações dos contatos de um usuário, que são exibidas já na página inicial [12].

As plataformas livres e de fácil manuseio como o Facebook, permitem que os funcionários combinem vários tipos de mídia, tornando um ótimo veículo de comunicação dentro das empresas, aproximando as pessoas e facilitando a conexão entre elas a partir de interesses comuns e compartilhamento de idéias [13].

No entanto, muitas empresas ainda têm receio de utilizar redes sociais, alegando possível queda na produtividade, impedindo uma decisão de adotar tal ferramenta mesmo enxergando as oportunidades presentes [13]. Mas a realidade no mundo dos negócios mudou. Hoje a competitividade é muito maior do que no século passado, fazendo com que a inovação seja a principal competência a ser desenvolvida pelas empresas na busca do conhecimento, seja dentro ou fora da empresa [13].

3. O estudo de caso

O conteúdo desse item é dividido em três partes: a primeira parte descreve sobre o modo como a pesquisa foi conduzida, detalhando a seqüência de passos seguidos; a segunda parte caracteriza a organização estudada; e a última apresenta os resultados obtidos e os analisa em relação aos conceitos de empresa 2.0 e teoria dos vínculos.

3.1. Organização da pesquisa

Para a realização deste trabalho foi adotada a metodologia de pesquisa estudo de caso, pois um dos seus benefícios é a possibilidade de desenvolver novas teorias e de aumentar o entendimento sobre eventos reais e contemporâneos [14].

Esta pesquisa foi organizada em três fases. A primeira fase envolveu um estudo teórico sobre os temas que colaboram com o entendimento do que é uma empresa 2.0 e a aplicação da teoria dos vínculos. A segunda foi a preparação de um roteiro e a realização da entrevista, assim como a elaboração do questionário e sua aplicação. Finalmente a ultima fase foi o tratamento e entendimento das informações obtidas.

Foram elaboradas vinte e uma questões abertas, estabelecendo uma lista de informações a serem obtidas na entrevista com um dos gerentes da empresa. A utilização de um roteiro permitiu flexibilidade e adequação de acordo com as necessidades percebidas durante a execução da entrevista.

Constatada a necessidade de se obter a opinião de outros postos de trabalho que pudessem ser confrontadas com as obtidas na entrevista, partiu-se para a aplicação de um questionário contendo o objetivo da pesquisa, seis questões alternativas, três dissertativas, assim como solicitando informações para qualificar o funcionário, além de incluir um pequeno texto esclarecendo que as respostas têm caráter sigiloso com acesso restrito aos pesquisadores. No entanto, foi esclarecido que o resultado da tabulação das respostas não teria qualquer menção individual e que aos pesquisadores teriam total liberdade para suprimir respostas que não contribuíssem com o objetivo deste trabalho.

A expectativa sobre o questionário era de que fosse respondido de forma simples, sem que houvesse necessidade do informante consultar colegas ou de levantar dados adicionais para formular sua resposta. A expectativa era de que o questionário fosse respondido em 15 minutos, sendo fornecido um prazo de cinco dias para sua devolução. A transcrição da entrevista, assim como os questionários respondidos, está armazenada para futuras consultas.

3.2. Caracterização da empresa estudada

A empresa Alfa, assim designada neste trabalho, é especializada na comercialização, produção e manutenção de equipamentos de segurança eletrônica (DVR's – Device Video Records), fornecendo soluções de segurança para o mercado brasileiro, principalmente o Governo.

Fundada em 1991, em Goiânia, apresentou em 2010 o faturamento aproximado de 16,5 milhões de reais. Nos últimos 10 anos incorporou três empresas, aqui denominadas de Chipmap, Dever, Maxseg, expandindo e diversificando seu negócio. Implantou filiais em outros estados como São Paulo, Paraná, Minas Gerais, e hoje, está expandindo também para o Nordeste. A distribuição física das quatro empresas está da seguinte forma: em Goiânia, a Alfa (matriz) e a Maxseg com 34 funcionários; em Osasco localizam-se todas as empresas, com 14 funcionários; em Curitiba estão a Chipmap e a Alfa atendidas por dois funcionários; e em Belo Horizonte somente a Alfa com sete funcionários.

A Dever, adquirida em 2002, desenvolve projetos de segurança eletrônica usando os DVR`s. A empresa Maxseg, fundada em 2000, é responsável por realizar serviços de manutenção, instalação e configuração dos DVR's. Em 2009, foi incorporada a Chipmap que atua em soluções de rastreamento de

veículos, cargas e pessoas, através de um sistema via satélite, atendendo tanto a rede privada quanto ao governo.

A empresa “Alfa” foi selecionada por se tratar de uma empresa em expansão e, em especial, por ser um negócio intensivo em tecnologia da informação, e assim com uma natural afinidade para o uso de ESSPs, já que possui filiais e diferentes culturas de gestão herdadas das empresas adquiridas. Com isso, é potencial beneficiadora da adoção de plataformas de redes sociais.

3.3. Resultados obtidos

A entrevista com o gerente de TI da empresa Alfa foi realizada na filial de Osasco-SP em Maio de 2011, com duração aproximada de uma hora e meia. Inicialmente, o entrevistado descreveu os diversos papeis que exerce no grupo. Entre as varias atividades, destacou a gerência de projetos de P&D e a gerência do projeto de desenvolvimento de um novo software de segurança. Além de declarar ser o responsável pela integração das empresas do grupo, atua em atividades administrativo-financeiras, envolve-se com o fluxo de compras e acompanha todo o relacionamento com o cliente, desde o primeiro contato assim como a cada etapa do suporte até que este seja finalizado.

O entrevistado reconhece a boa posição da empresa no mercado por possuir clientes grandes como Banco do Brasil, Caixa Econômica Federal, HSBC, Banco do Nordeste, Banco do Sergipe, Protege e Prosegur, e pelo fato de que a Alfa hoje é a maior importadora de câmeras da Samsung fornecendo para o usuário final. Os seus produtos se destacam por serem customizados de acordo com a necessidade dos clientes.

Quanto ao uso de uma ferramenta de comunicação na empresa, segundo o representante, a mais utilizada é o e-mail seguido do telefone, MSN e Skype. O MSN e o Skype são principalmente utilizados para comunicação com fornecedores nacionais e internacionais em processos de compras, minimizando a diferença de fuso horário e evitando custo adicional. A comunicação com os clientes na venda é principalmente touch-to-touch (presencial), seguido pelo e-mail, enquanto no suporte o telefone é o mais usual.

A empresa possui um plano telefônico corporativo que cobre gratuitamente as ligações telefônicas entre os trabalhadores. A alta direção se comunica através do telefone ou do Skype quando precisam conversar em grupo.

Segundo o gerente, para o Sistema Interno de Gestão foi disponibilizada a ferramenta “sharepoint” da Microsoft via intranet na filial de Osasco. Embora ela possua diversas funções, ela está subutilizada, sendo utilizada efetivamente apenas a consulta a cargos e ramais dos colaboradores. Segundo o site da fornecedora, esta ferramenta visa compartilhar idéias e habilidades, permitindo criar soluções personalizadas para atender necessidades específicas e encontrar as informações empresariais corretas para tomada de decisões, sendo principalmente para profissionais de TI, desenvolvedores e usuários finais [4].

Apresentado uma relação de ferramentas de comunicação, o gerente informou que recebeu pedidos de diversos gestores solicitando o bloqueio do uso de MSN/Skype em maquinas de funcionários, por uso inadequado, justificando assim porque o acesso às ferramentas MSN, Facebook, Skype, Yahoo e Gtalk estão bloqueadas para a maioria dos funcionários.

Por outro lado o gerente afirma que existe uma grande falta de integração entre os funcionários. Ele sabe quem são todas as pessoas da equipe porque seu papel requer tal conhecimento e promove muitas viagens para as filiais. Mas reconhece que, de forma geral, os funcionários não se conhecem e tão pouco tem noção do tamanho da empresa, pois se restringem o seu conhecimento às necessidades da sua função.

Acredita ainda que a troca de informação entre as filiais poderia facilitar muito o processo de trabalho, por exemplo, expondo o ritmo da produção de cada filial motivando o aumento de produtividade pela concorrência, promovendo a troca de conhecimento e agilizando o fluxo de trabalho.

Analisando as informações obtidas na entrevista com o gerente, tem-se subsídio para caracterizar os diversos relacionamentos com a Teoria dos Vínculos, assim como identificar a fase do ciclo de vida em que a empresa se encontra. Outra informação relevante está relacionada à cultura da empresa no que se refere às restrições no uso de ferramentas de comunicação.

Quanto ao questionário elaborado, foi enviado via e-mail para 36 funcionários (excluindo os trabalhadores externos). Também por email, houve o retorno de treze questionários, sendo cinco de Osasco, quatro de Goiânia, três de Belo Horizonte e um de Curitiba, correspondendo a 37% dos enviados.

A partir das informações coletadas, observou-se que mais da metade dos participantes possuem nível superior e que todos têm experiências anteriores em outras empresas, mostrando que podem contribuir com novas idéias para o crescimento da empresa.

No gráfico da figura 3, pode-se observar que, nos últimos dez anos, há uma constância na contratação de funcionários, como uma tendência em selecionar funcionários sempre com experiência, porém cada vez com menor tempo, o que pode sinalizar que a empresa está se estruturando e amadurecendo em seus processos de trabalho.

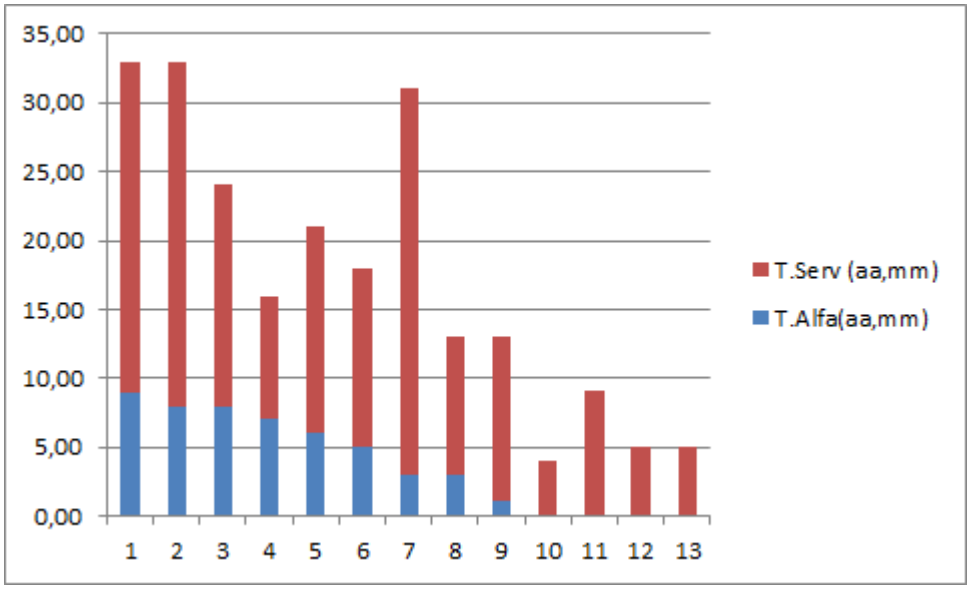


Figura 3 – Tempo de Experiência Alfa x Tempo de Experiência Profissional

Quanto a conhecer, usar, e ter acesso às ferramentas Web 2.0, as mais conhecidas são: e-mail; Facebook; Google; MSN; Youtube, onde as quatro últimas são para uso particular.

Apesar de, no trabalho, haver restrição de acesso muitas ferramentas web 2.0, o gráfico da figura 4 mostra as acessadas são: Google; e-mail; MSN; Wikipédia e Youtube. Mas, as efetivamente utilizadas para trabalhar são o e-mail, o MSN e o Google, sendo o último utilizado por todos.

Quando questionados sobre qual ferramenta sugerem para otimizar o trabalho, obtiveram-se quatro sugestões: intranet para disponibilizar informações internas; ferramenta para integração da empresa que, inclusive, informe a disponibilidade de horário das pessoas; ferramenta para acompanhar projetos; software para gestão de tempo.

As respostas não apontam a ferramenta ou o problema, mas descrevem a solução que muitas vezes não está no uso de ESSP. Como exemplo, ferramenta de gestão de projetos e um software de gestão de tempo se enquadram como parte da solução da implantação de processos de trabalho.

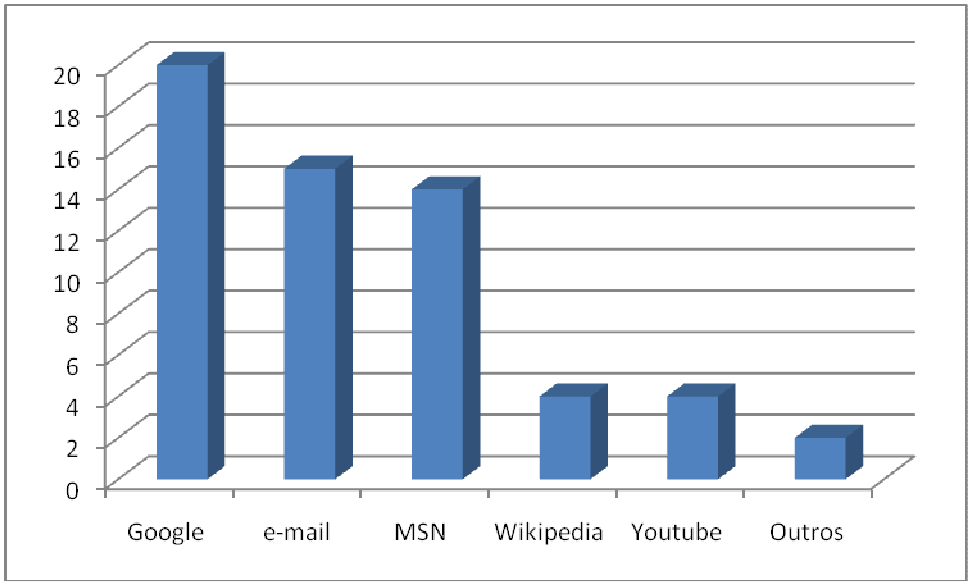


Figura 4 – Ferramentas Web 2.0 acessadas para trabalhar.

A sugestão do uso da Intranet reflete a necessidade de disponibilizar informações unidirecionais, descaracterizando o uso de ferramenta Web 2.0. Quanto à sugestão da ferramenta de integração, que é esperada de uma empresa 2.0, a ênfase dada é a de informar o status de disponibilidade do indivíduo remetendo ao entendimento de que há necessidade latente de definir melhor papéis e processos na empresa.

Quando questionado o que os fazem gostar de trabalhar na empresa, 80% dos funcionários declaram ter um bom relacionamento da equipe e 20% pela possibilidade de implementação de novas tecnologias.

Quanto ao que gostariam de mudar na empresa: 15% sugeriram um ambiente na internet para integrar a equipe de trabalho; e 8% que a empresa ampliasse seus clientes no setor privado.

As demais 77% fizeram sugestões relacionadas à melhoria do ambiente físico de trabalho e à ampliação de benefícios como o de plano de saúde. Tais colocações inferem que a empresa dá abertura para ouvir novas idéias e reivindicações de seus funcionários, elementos chave que demonstra estar aberta a tecnologias web 2.0.

4. Conclusão

Analisando as informações obtidas na entrevista com o gerente, no que se refere ao ciclo de vida, a empresa apresenta diversas características da fase de adolescência, já que tem seus produtos e serviços disponíveis e seus negócios são promissores. No entanto, suas atividades comerciais, claramente em expansão, ainda estão, em grande parte, com as decisões concentradas no fundador. Uma iniciativa importante para melhorar o processo de comunicação da empresa é claramente a definição de processos internos de trabalho, visando otimizar as atividades realizadas assim como criar uma forma sistemática de circular informações facilitadoras de gestão.

Quanto à classificação dos relacionamentos no que se refere à Teoria dos Vínculos, pode-se colocar que: o vínculo fraco praticamente foi observado entre todos os funcionários da empresa; o vinculo forte pode ser observado na relação do gerente com as pessoas da empresa; e o vinculo potencial pode ser caracterizado pela possibilidade de se estabelecida uma aproximação entre seus funcionários.

Quanto ao uso de novas ferramentas ESSPs para colaboração e interação, observa-se a oportunidade de resolver as falhas de comunicação apresentadas. Elas poderiam ser aplicadas trabalhando com os vínculos

fracos e potenciais, procurando estabelecer novos vínculos fortes. Softwares de rede social (SRS) como o Facebook são apresentados, por McAfee, como poderosas ferramentas para conectar colaboradores fracamente vinculados. Como quase todos os funcionários do grupo afirmaram conhecer o Facebook e uma solução análoga a da empresa Serena no livro Empresas 2.0, poderia ajudar a construir um ambiente corporativo mais forte e consistente.

Embora não tenha sido objeto deste estudo conhecer o produto sharepoint adotado pela empresa, acredita-se que uma análise mais detalhada de suas funções poderia identificar novas aplicações no processo de comunicação da empresa a fim de validar a expansão de seu uso para toda a organização verificando inclusive se possui características esperadas de uma ferramenta Web 2.0.

Outro ponto que poderia ser melhor estudado é a estratégia de implantação dessas novas soluções na empresa. Uma gerência de mudança adequada é fator chave para o sucesso da adoção de novos processos de trabalho [14].

Num processo de implantação de novas soluções, é relevante considerar as ponderações de McAfee que aponta ações-chaves para o processo como: a inativação de ferramentas antigas, o uso dos “believers” como divulgadores internos e a construção de ESSPs que façam conexão entre as antigas e novas ferramentas, além estabelecer um processo de comunicação, educação e divulgação. Adotar uma nova postura é um processo lento e gradativo, exigindo planejamento e execução de esforços por parte dos líderes da organização.

Os questionários utilizados para a pesquisa poderiam ter explorado mais a forma com que a comunicação é estabelecida dentro da empresa. Uma maior participação dos funcionários poderia também contribuir com uma análise dos dados mais apurada.

Futuras pesquisas poderiam acompanhar o processo de implantação das ferramentas Web 2.0 nas empresas identificando possíveis passos que contribuiriam na obtenção do sucesso. Uma outra iniciativa poderia ser a de buscar empresas que já implementam as ferramentas Web 2.0 para se verificar os reais benefícios ou dificuldades na sua utilização.

Esta pesquisa não teve a pretensão de esgotar o tema aqui exposto, e sim trazer alguns aspectos que, deverão ser aprofundados em novos estudos, contribuindo com o desenvolvimento de empresas.

Agradecimentos

Este trabalho de pesquisa não poderia ser realizado sem o apoio do Programa de Serviço de Apoio ao Estudante da Unicamp, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI).

Referências

[1] TURBAN, E.; LIANG, T.P.; WU, S.P.J. A Framework for Adopting Collaboration 2.0 Tools for Virtual Group Decision Making. In: Group Decision and Negotiation, v. 20, p. 137-154, 2011.

[2] MCAFFE, A. Enterprise 2.0: The dawn of emergent collaboration. In: MIT Sloan Management Review, v. 47, p. 21, 2006.

[3] LIEDKE, E., GOSTINSKI, C. Os paradoxos sobre a WEB 2.0 e suas potencialidades na comunicação organizacional digital. In: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, XXXI, 2008, Natal, RN.

[4] KAKIZAWA, Y., In-house Use of Web 2.0: Enterprise 2.0, Nec Technical Journal, Japão, v. 2, p. 46-49, 2007.

[5] LAI, T. Groups Formation and Operations in the Web 2.0 Environment and Social Networks. In: Group Decision and Negotiation, v. 17, p. 387-402, 2008.

[6] MCAFEE, A., Empresas 2.0: a força das mídias colaborativas para superar grandes desafios empresariais. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
[7] O'REILLY, T. O que é Web 2.0 – Padrões de design e modelos de negócios para a nova geração de software, 2005.
[8] Site: <http://www.diegobrito.com.br/tudo-sobre-web2>. Acessado em: 15/05/2011
[9] Site:<http://www.flickr.com/photos/ticalia/4811051915/>. Acessado em: 17/06/2011
[10] GRANOVETTER, M.S., A força dos vínculos fracos. In: American Journal of Sociology, v. 78, p. 1360-1380, 1973.
[11] Site: <http://www.guiadacarreira.com.br/artigos/gestao-e-administracao/administracao-ciclo-vida-empresas/>. Acessado em 20/05/2011
[12] Site: <http://www.hsm.com.br/editorias/qual-sera-o-segredo-do-facebook>. Acessado em: 15/05/2011
[13] Site: <http://www.hsm.com.br/editorias/10-razoes-para-adotar-redes-sociais-nas-empresas>. Acessado em: 10/05/2011.
[14] SERGIO, M.P., DYSON, R., LAURINDO, F., CARVALHO, M.M. Gestão do Conhecimento: analise dos facilitadores na implementação do Gerenciamento de Serviço de TI. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), XXX, 2010, São Carlos, SP.
[15] MIGUEL, PAC, et al. Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

UM ESTUDO DA APLICAÇÃO DE PLATAFORMAS DE SOFTWARE SOCIAIS EM UMA EMPRESA DE SERVIÇO EM TIC

Bruno Silva de Oliveira, Carolina Mari Sakai, Marbilia Passagnolo Sergio, Amauri Aparecido Aguiar
Faculdade de Tecnologia – FT/UNICAMP,
Faculdade de Tecnologia – FT/UNICAMP,
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI/MCT,
Divisão de Sistemas de Segurança de Informação – DSSI
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
PREAC/UNICAMP
{bruno.oliveira; cmsakai; marbilia.sergio}@cti.gov.br; amauri@unicamp.br

RESUMO

As organizações, visando proporcionar uma maior interatividade entre os funcionários e estimular o fluxo de conhecimento organizacional, têm utilizado cada vez mais os novos recursos tecnológicos da Web 2.0. Essa pesquisa foi realiza pelo método de estudo de caso em uma organização de serviços de TIC e visou através da Teoria dos Vínculos de Granovetter analisar o relacionamento interpessoal na empresa a fim de identificar possíveis ESSPs a serem utilizadas para inovar a comunicação. A pesquisa resulta no estudo de ferramentas como Blog, Facebook e Wiki assim como define os conceitos de Web 2.0 e Empresa 2.0. O estudo na empresa envolveu entrevistas e questionários e foi concentrado nos setores de Atendimento e de Engenharia de Software. Percebendo-se claramente níveis de maturidade de gestão distintas entre as áreas tempo de sua existência na empresa, corroborado pelos diferentes perfis de seus colaboradores no que se refere a formação e afinidade com novas tecnologias. Embora no setor de Engenharia já exista iniciativas para uso de ferramentas como Facebook, Wiki, Blog e Twitter seu uso ainda não apresenta totalmente as características esperadas de uma Empresa 2.0.

Palavras-chave: Web 2.0; empresa 2.0; teoria dos vínculos; colaboração empresarial; plataforma emergente de software social.

1. Introdução

A World Wide Web (WWW) ou simplesmente Web, foi criada por Tim Berners-Lee em 1989, como uma solução para os problemas de intercâmbio de informações entre os pesquisadores. No início, a Web era apenas um ambiente para publicação de documentos no formato texto e HTML[12] e, portanto, a interação dos usuários era limitada a ler/imprimir texto e a selecionar links para outros documentos [1].

Essa primeira geração da Internet teve como principal característica a disponibilidade de uma enorme quantidade de informação e a possibilidade de acesso. No entanto, o papel do usuário nesses cenários era o de mero espectador da ação que se passava na página que visitava, não possuindo autorização para alterar ou reeditar o seu conteúdo. Tal cenário contrastava com o conceito de rede global que sempre foi a de um espaço aberto a todos, ou seja, sem um "dono" ou indivíduo que controlasse o acesso ou o conteúdo publicado [2].

[12] HTML - (Hypertext Markup Language): linguagem de computador utilizada para criação de web *sites*

Em 1995, o Netscape[13] fez um IPO[14] que iniciou o fenômeno conhecido como Bolha da Internet [3], quando as "empresas pontocom" sem possibilidade real de lucro receberam aportes milionários de capital gerando uma supervalorização de tais empresas e de suas ações na bolsa [3]. Isso colaborou para o desenvolvimento de novas tecnologias e sites atualmente conceituados, como o Google [4], caracterizando a segunda geração de Internet. A partir daí, as empresas voltaram os olhos para os potenciais que a Internet poderia oferecer, porém com certa cautela para que a experiência da bolha não se repetisse [3].

Sempre houve a preocupação em tornar a Web um local cada vez mais democrático e, a evolução tecnológica, com o aumento da largura de banda das conexões, permitiu o crescimento do numero de usuários e a possibilidade de publicar informações de forma fácil, rápida, sem custos adicionais e independentes de software ou linguagem de programação [5].

Visando proporcionar uma maior interatividade entre os funcionários e estimular o fluxo de conhecimento organizacional, as organizações têm utilizado cada vez mais esses novos recursos tecnológicos que possibilitam maior colaboração. Assim, surge um novo modelo de trabalho no ambiente organizacional, onde os funcionários trabalham juntos, de modo colaborativo e cooperativo, visando à criação e o compartilhamento de conhecimentos de forma dinâmica e espontânea [7].

As empresas devem basear suas ações no desenvolvimento do seu capital intelectual a fim de criar uma cultura de inovação em que todos se sintam livres para expor suas idéias. É preciso dar voz as conversas existentes dentro da organização [8]. Porém, a comunicação ainda é falha na maioria das empresas e o problema pode estar no meio inadequado de comunicação utilizado [9].

A Web 2.0 trouxe um novo e poderoso conjunto de tecnologias da informação (TI) para as corporações. Essas tecnologias, desenvolvidas para suportar as comunidades na Internet estão entrando nas empresas e tendo um grande impacto sobre elas [10]. Tais ferramentas apresentam várias vantagens, como, por exemplo, o acesso rápido e fácil ao conhecimento, a quebra de barreira geográfica, barreira hierárquica, comunicação direta, identidade pessoal, além de ser uma tecnologia simples e de fácil uso [10].

Seguindo a temática do uso das ferramentas da Web 2.0 no ambiente corporativo, o foco dessa pesquisa foi identificar oportunidade de aplicação de Plataformas Emergentes de Software Social (ESSPs – Emerging Social Software Platform) através do estudo da forma de comunicação de uma empresa e pela analise dos relacionamentos interpessoais, utilizando o método de pesquisa de estudo de caso, em uma organização intensiva em TI, apontando, quando possível, as ESSPs que são ou podem ser utilizadas para inovar seu processo de comunicação.

O artigo é organizado de forma que no tópico dois apresenta os conceitos relevantes para o desenvolvimento da pesquisa, em especial a Teoria dos Vínculos de Granovetter. O tópico seguinte apresenta informações sobre a organização da pesquisa, da empresa pesquisada e seus resultados. O tópico quatro relata a analise do resultado obtido e o ultimo tópico apresenta a conclusão deste trabalho.

2. Fundamentação Teórica

Este tópico descreve os conceitos relativos à Web 2.0 caracterizando as diferenças tecnológicas entre as duas gerações de Internet e algumas das plataformas classificadas como ESSPs, esclarece a Teoria dos Vínculos de Granovetter para analise do relacionamento interpessoal nas empresas e define o que é uma Empresa 2.0, correlacionando o uso de ESSPs com os relacionamentos na organização.

[13] Netscape Communications Corporation – possuía um navegador muito popular na década de 90, o Netscape Navigator
[14] Initial Public Offering (Oferta Pública Inicial de Ações)

2.1 Web 2.0

O termo Web 2.0 foi criado em 2004 durante uma conferência de brainstorming entre a O'Reilly[15] e a MediaLive Internationa[16] referindo-se à revolução dos negócios na indústria de informática, causada pela migração dos negócios para Internet como uma plataforma e uma tentativa de entender as regras de sucesso nessa nova versão da Web. Uma das principais regras dessa revolução é: Crie aplicativos que se beneficie dos efeitos de rede para tornar-se melhor à medida que mais pessoas possam usá-la [11].

Redig afirma que a Web 2.0 nada tem a ver com forma, mas sim com o conteúdo e também não se trata do uso intensivo de tecnologia, mas de interação na comunicação [12]. Essa nova versão da Web caracteriza-se por potencializar as formas de publicação, compartilhamento e organização de informações, além de ampliar os espaços para a interação entre os participantes do processo. Também não se refere apenas a uma combinação de técnicas (serviços Web, linguagem Ajax, Web syndication, etc.), mas a um determinado período tecnológico, a um conjunto de novas estratégias mercadológicas e a processos de comunicação mediados pelo computador [13].

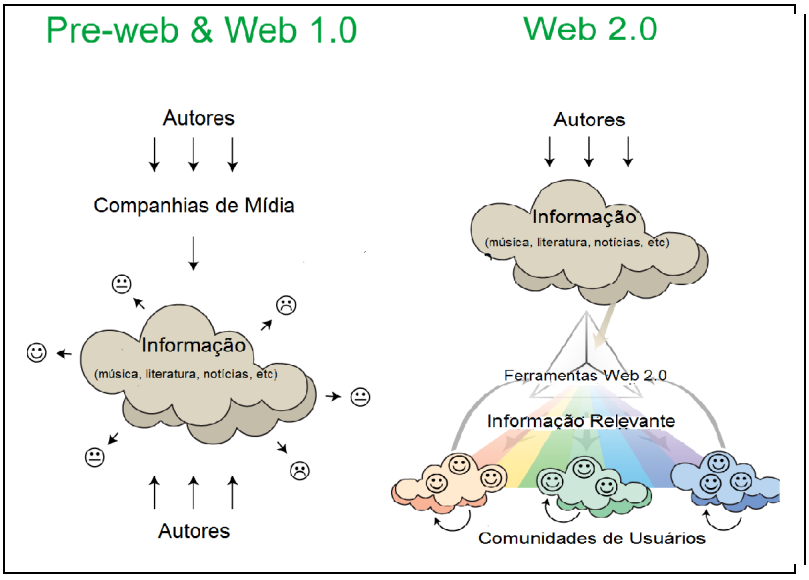


Figura 3 - Web 1.0 e Web 2.0 (Adaptado de [22])

A Figura 1 ilustra as principais diferenças estruturais entre as versões da Web 1.0 e Web 2.0. Na primeira versão da Web, o fluxo de informação é gerenciado principalmente pelas companhias de mídia, sem autonomia direta dos autores, ocasionando um despejo de informações irrelevantes para os usuários que não podem interagir com a informação. Já na segunda versão, o fluxo de informação é gerenciado (filtrado, distribuído e avaliado) pelas comunidades de usuários, que são pessoas com interesses comuns, criando assim informações realmente relevantes para seus usuários. A Web 2.0 surgiu com três tendências [10]:

I. Plataformas gratuitas e de fácil comunicação e interação: troca dos canais de comunicação (e-mail, SMS e outras) por plataformas como Twitter ou Blogger, que são coleções de conteúdo visíveis a todo o público.
II. Ausência de imposição de estrutura: ao invés de impor suas próprias idéias, o administrador passa a ter um papel secundário deixando os usuários estruturarem a plataforma.
III. Mecanismos para emergir estruturas: é o aparecimento de uma estrutura global através de interações locais. A natureza emergente da Web é a criação de uma dinâmica de interação entre

[15] O'Reilly Media - empresa de mídia americana, criada por Tim O'Reilly, especializada em conferências com tema referente á informática
[16] MediaLive International - empresa que produz exposições e conferências sobre tecnologia

inúmeras pessoas ao redor do mundo, uma com as outras, por meio de links e à medida que se criam novos conteúdos.

2.2. Plataformas Emergentes de Software Social (ESSPs)

Os diversos canais de comunicação entre colaboradores, parceiros e clientes assim como o fluxo da realização das atividades migraram para o mundo online e hoje é uma realidade com a qual não é possível deixar de se envolver [16]. Um número cada vez maior de empresas tem feito uso diário de ferramentas da Web 2.0 para alavancar seus negócios. Estes recursos vão desde o uso da comunicação on-line (Skype, MSN, Gtalk) passando pelo uso de ferramentas gratuitas de produção e retenção de informação (GoogleDocs, Zoho, Wikipédia) e vão até o uso das redes sociais de divulgação e interatividade (Blogs, Orkut, Twitter) [17]. A esses tipos de ferramentas damos o nome de Plataformas Emergentes de Software Social.

Essas ESSPs permitem que as pessoas se encontrem, conectem-se ou colaborem por meio da comunicação mediada por computadores e formada por comunidades online. Além disso, o software é livre e contém mecanismos, como links e tags, que tornam visíveis ao longo do tempo os padrões e estruturas de interação entre pessoas [10].

A seguir, são descritas as seguintes ferramentas da Web 2.0: Blog, Facebook e Wiki. Tais ferramentas foram selecionadas por serem comumente utilizadas em Empresas 2.0.

2.2.1. Blog

Segundo Gomes, o blog é uma página na Web que se pressupõe ser atualizada com grande freqüência através da colocação de mensagens – que se designam posts – constituída por imagens e/ou textos normalmente de pequenas dimensões (pode incluir links para sites de interesse e/ou comentários e pensamentos pessoais dos autores). Apresentados de forma cronológica, os posts mais recentes normalmente estão em primeiro lugar [2].

O uso dessa ferramenta pode aproximar a empresa que deseja se tornar bem-sucedida hoje em dia. Ela possibilita uma visão e um tipo de estrutura organizacional necessário para tal objetivo: organização focada no cliente. A grande contribuição do Blog é dar a sensação de intimidade com a empresa [16].

Os blogs, dentro de uma organização, podem ser utilizados como instrumento para compartilhar conhecimento, acompanhar projetos, colaborar com o crescimento da empresa, descobrir empreendedores. Já na comunicação externa, eles podem ser utilizados como ferramenta de marketing, mala direta, relações públicas, canal de reclamação etc. [19]. De certa forma, os Blogs possuem a capacidade de gerenciar todo o conhecimento gerado na empresa.

2.2.2. Facebook

Uma das redes sociais mais populares dos Estados Unidos, o Facebook foi lançado em 2004 com o objetivo de ajudar alunos de escolas e faculdades a trocarem informações e manterem contato com amigos. No início, o Facebook tinha uso limitado apenas aos alunos da Harvard University, onde estudava seu fundador, Mark Zuckerberg [20].

A facilidade do serviço para compartilhar mensagens, vídeos e indicações de leituras, além da possibilidade de adicionar funções à página pessoal de cada usuário garantiu o seu sucesso nos EUA [20].

2.2.3. Wiki

O termo Wiki foi usado pela primeira vez em 1994 por Ward Cunningham para representar o conceito de documentos em hipertexto que poderiam ser facilmente editados por qualquer usuário que possuísse um navegador com acesso à Internet. Cunningham afirma que as Wikis são inerentemente democráticas: cada

usuário tem as mesmas possibilidades que qualquer outro [21].

Dentro das empresas, as Wikis seriam ferramentas para compartilhamento de informações, muito semelhantes aos Blogs. A diferença é que as informações do blog têm dono, geralmente uma única pessoa, e na Wiki, o resultado é produzido pelos diversos usuários, o que de certa forma retira de um indivíduo a necessidade de atualizar constantemente as informações. Ou seja, na Wiki você possui uma informação coletiva e no blog a informação é pessoal [21].

2.3. Teoria dos Vínculos

Criada em 1973 por Mark Granovetter[17], a Teoria dos Vínculos (The Strength of Weak Ties - SWT)[18] diz que a noção intuitiva dos laços interpessoais conduz a pensar que a força destes laços encontra-se na combinação (provavelmente linear) de soma de tempo, intensidade emocional, confidência mútua e reciprocidade de serviços prestados. A presença de uma escala na intensidade e qualidade destes laços define se tais laços são fortes, fracos ou inexistentes [14]. Ou seja, diz que a forma como é realizada a troca de informações entre pessoas depende de seu nível de proximidade.

Segundo Granovetter os conhecidos (vínculos fracos) são menos propensos a se envolver socialmente do que os amigos próximos (vínculos fortes). Assim, o conjunto de pessoas formado por qualquer pessoa e seus conhecidos compreende uma rede de baixa densidade (uma rede em que muitas das possíveis linhas relacionais estão ausentes), enquanto o conjunto constituído do mesmo indivíduo e seus amigos próximos formará uma densa malha social [15].

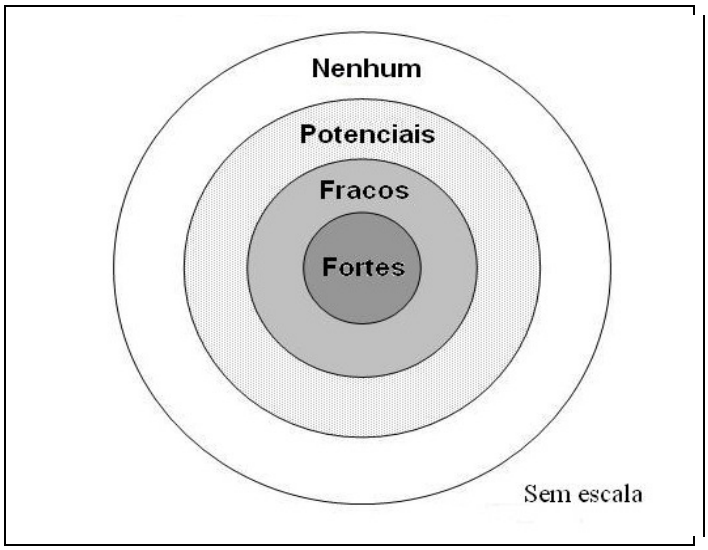


Figura 4 – Volume Relativo dos diferentes tipos de vínculos [10]

Os vínculos fortes são pouco suscetíveis a serem pontes entre as redes, enquanto os vínculos fracos são boas pontes. Pontes ajudam a resolver problemas, coletar informações e importar idéias não familiares. Elas permitem que o trabalho seja realizado mais rapidamente e mais eficientemente. A rede ideal para um trabalhador do conhecimento provavelmente consiste de um núcleo de vínculos fortes e de uma grande periferia de vínculos fracos [10].

De acordo com Burt, a separação entre contatos não redundantes (que não levam as mesmas pessoas) dá-se o nome de lacuna estrutural. A existência delas impede que uma informação seja passada de uma rede para outra. As pontes, que geralmente são vínculos fracos, são capazes de cobrir essas lacunas [10].

[17] Pós-doutor em sociologia da Universidade de Stanford
[18] Tradução em português: A Força dos Vínculos Fracos

Na ausência de uma ponte entre duas redes, pode ser identificado outro tipo de vínculo: o vínculo potencial [10]. Este tipo de vínculo é formado por pessoas que fazem parte da mesma comunidade, mas não se conhecem. Os três vínculos podem ser visualizados na figura 2, que apresenta um diagrama concêntrico, evidenciando que é possível que existam pessoas no qual o trabalhador não forme vínculos. Essas pessoas estão inseridas no anel rotulado "Nenhum". Os vínculos fortes são pouco suscetíveis a serem pontes entre as redes, enquanto os vínculos fracos são boas pontes. Pontes ajudam a resolver problemas, coletar informações e importar idéias não familiares. Elas permitem que o trabalho seja realizado mais rapidamente e mais eficientemente. A rede ideal para um trabalhador do conhecimento provavelmente consiste de um núcleo de vínculos fortes e de uma grande periferia de vínculos fracos [10].

De acordo com Burt, a separação entre contatos não redundantes (que não levam as mesmas pessoas) dá-se o nome de lacuna estrutural. A existência delas impede que uma informação seja passada de uma rede para outra. As pontes, que geralmente são vínculos fracos, são capazes de cobrir essas lacunas [10]. Na ausência de uma ponte entre duas redes, pode ser identificado outro tipo de vínculo: o vínculo potencial [10]. Este tipo de vínculo é formado por pessoas que fazem parte da mesma comunidade, mas não se conhecem.

Os três vínculos podem ser visualizados na figura 2, que apresenta um diagrama concêntrico, evidenciando que é possível que existam pessoas no qual o trabalhador não forme vínculos. Essas pessoas estão inseridas no anel rotulado "Nenhum".

2.4. Empresa 2.0

Empresa 2.0 é o uso das plataformas emergentes de software social pelas organizações em busca de seus objetivos [10], ou seja, são empresas que utilizam as ferramentas da Web 2.0 nas suas atividades produtivas. Em um sentido mais amplo, descreve as organizações que estão criando valor a partir da participação de seus colaboradores, clientes e fornecedores [18].

De acordo com O'Reilly [18], para uma empresa ser considerada "Empresa 2.0" ela precisa apresentar algumas das seguintes características:

- Oferecer serviços ao invés do "software fechado" (Ex: GoogleDocs)
- Controlar fontes de dados únicas e que são enriquecidas à medida que mais pessoas as utilizem (Ex: Wikis)
- Confiar nos usuários, considerando-os como co-desenvolvedores (Ex: Blogs)
- Aproveitar a inteligência coletiva (Ex: Wikis)
- Alavancar a "cauda longa"19 mediante o auto-serviço ao cliente (Ex: Torrent)
- Software para mais de um dispositivo (Ex: O Twitter pode ser usado no celular, PC, etc.)
- Utilizar tecnologias de desenvolvimento leves com interfaces de usuário, modelos de desenvolvimento e modelos de negócios (Ex: AJAX).

3. Estudo de caso

Este tópico descreve a forma como a pesquisa foi organizada e realizada, caracterizando a empresa estudada e descrevendo os resultados obtidos.

3.1. Condução da pesquisa

O desenvolvimento do trabalho foi realizado em quatro fases: levantamento teórico, escolha e estudo prévio da empresa estudada; elaboração de roteiro de entrevista e questionário, assim como a

[19] Refere-se à economia da abundância – "quando os gargalos que se interpõem entre a oferta e a demanda começam a desaparecer e tudo se torna disponível para todos" [18].

aplicação de ambos; tratamento e análise dos resultados; e organização do relatório de pesquisa e divulgação dos resultados.

A fase teórica foi iniciada com a leitura do livro Empresa 2.0 de McAfee. O autor é pesquisador no Center for Digital Business do Massachusetts Institute of Technology e é considerado uma das pessoas mais influentes em TI. Também é criador do termo "Empresa 2.0" (Enterprise 2.0) e autor do livro que leva o mesmo nome e que serviu como um direcionador para a condução dessa pesquisa.

A empresa escolhida se caracteriza por ser pública e prestadora de serviço intensiva em TI com afinidade com novas tecnologias. Além disso, pressupõe-se um alto nível de maturidade de gestão e perfil inovador corroborado pelo seu certificado MPS.BR nível D em Melhoria do Processo de Software.

3.2. A empresa

Empresa de economia mista, presta serviços em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e Serviços Gráficos as prefeituras do estado de São Paulo. Há mais de 30 anos no mercado, com receita operacional bruta em torno de 42 milhões de reais e 500 funcionários concursados, possui soluções baseadas em plataforma livre e desenvolve suas atividades com uma metodologia que utiliza as melhores praticas para desenvolvimento de software, com reconhecimento internacional.

Foi consultado o site da organização possibilitando o reconhecimento de diversos setores da empresa, e em especial o de Atendimento ao Cidadão que faz a comunicação com os diversos clientes e o de Arquitetura e Engenharia de Software e Soluções, onde a empresa obteve seu certificado.

A fim de se compreender o processo de comunicação e a forma de operar dos dois setores, com base num roteiro previamente elaborado, foram realizadas entrevistas com os gerentes das áreas escolhidas. Após a entrevista, questionários foram elaborados e encaminhados aos respectivos colaboradores de cada setor para identificar o grau de conhecimento sobre as ferramentas Web 2.0 e se há a percepção dessas ferramentas serem úteis na execução de suas atividades na empresa, conforme se relata a seguir.

3.3. Resultado das Entrevistas

As entrevistas foram realizadas em dias diferentes, com duração de aproximadamente uma hora e meia cada.

3.3.1 Atendimento ao Cidadão

O setor presta serviços de atendimento ao munícipe, atuando em diversas secretarias. Segundo a gerente, o setor é responsável por estabelecer a comunicação com o cidadão através de tele atendimento, atendimento presencial, e-mail ou via chat. Alguns dos serviços oferecidos são: disque saúde, PROCON, 156, CPAT, Bolsa Família, Prefeitura Móvel, Porta Aberta, Posto de Informações Turísticas, Tributário, Ouvidoria, Companhia de Saneamento, etc. Mais de 50% dos atendimentos é via tele atendimento.

O setor que existia há aproximadamente cinco anos para atender usuários da própria empresa e alguns serviços do município, foi ampliado nos últimos 2 anos e passou a atender outras secretarias. A atividade do setor está em expansão e hoje já coordena o trabalho de quase 300 profissionais. O serviço está organizado por secretarias e espalhado em diversos locais, com uma jornada de trabalho de 6 horas diárias e de seis dias na semana para os operadores de teleatendimento (os sábados são reservados para serviço de "Telemarketing ativo" - ligações aos munícipes para cobranças, confirmação de consultas de especialidades - e reuniões internas que inclui reciclagem pela análise de casos identificados na semana). Já os serviços de Apoio ao Turismo e os da empresa de Saneamento necessitam de atendimento contínuo, o que torna o seu gerenciamento mais complexo.

A entrevistada concluiu informando que os colaboradores não possuem tempo livre, com exceção das pausas programadas e necessidades fisiológicas. Para minimizar o estresse do trabalho e promover integração entre os colaboradores, onde atividades e eventos sociais são estimulados como as datas

comemorativas - festas juninas, natal e carnaval. O tipo de serviço atrai jovens em busca de seu primeiro emprego e por isso, problemas relacionados à falta de experiência profissional e de maturidade..

Questionada quanto à liberação do uso da Internet, foi esclarecido que devido a intensidade das atividades realizadas, não há disponibilidade nem tempo para tal, existindo inclusive restrições de acesso. As ferramentas de comunicação disponíveis resumem-se as necessárias para execução do trabalho como o e-mail corporativo, intranet e software de apoio ao atendimento.

3.3.2. Arquitetura e Engenharia de Software e Soluções

Setor responsável pelo desenvolvimento e manutenção de softwares utilizados em grande parte das secretarias. Recentemente certificado no nível D do MPS.BR, possui indicadores que comprovam o diferencial na prestação de serviços.

Seus colaboradores são, em geral, graduados em Análise de Sistemas e possuem uma forma de trabalho mais colaborativa (em células). As equipes são pequenas e divididas no desenvolvimento de áreas específicas: saúde, educação, finanças, portal, gerenciamento, etc. Graças a alta classificação no modelo MPS.BR, o setor possui controle adequado de prazos e custos o que possibilita a melhoria constante na prestação de serviços.

Atualmente, o principal meio de comunicação na empresa, é o e-mail corporativo, tanto no setor, quanto nos outros da organização. Utilizam também a intranet para acessar o portal de processos da empresa e informações úteis. Essa comunicação é realizada por meios formais exigidos pelo padrão de qualidade adotado. Entretanto, por serem da área de TI, estão sempre atualizados sobre novas tecnologias.

Questionado sobre a possibilidade de utilização de ferramentas Web 2.0 no processo de comunicação interna e com outras áreas (a alta direção e clientes finais), declarou que ações no sentido de introduzir algumas ferramentas no dia-a-dia das atividades, foram iniciadas recentemente. Citou o uso de um Blog como ambiente para discussões de tecnologia; a existência de um grupo no Facebook para assuntos gerais internos, como confraternizações e outros; o uso da ferramenta do tipo Wiki para Gestão do Conhecimento; pretende-se estabelecer um relacionamento dinâmico com a comunidade externa através de informações a serem postadas no Twitter (a iniciativa está em fase de teste). Além disso, ainda utilizam o DropBox[20] para compartilhamento de arquivos e Skype para comunicação, sendo este permitido somente em alguns horários.

Questionado quanto à efetividade da implantação dessas ferramentas, o entrevistado reconheceu que o processo de liberação desses ambientes a todos os funcionários é lento. Muitos sites ainda são bloqueados e outros só são possíveis acessar em horários específicos. A empresa entende que há a necessidade de conscientização dos colaboradores quanto ao uso dessas ferramentas, por isso estão sendo realizadas palestras para esse fim.

O gerente informou que quanto à aplicação dessas ferramentas para contato com seus clientes, há um projeto em desenvolvimento para modernizar sites da prefeitura prevendo o uso das redes sociais facilitar a comunicação com o cidadão.

3.4. Resultado dos Questionários

Os questionários foram aplicados somente aos colaboradores dos setores que os gerentes foram entrevistados. Buscou-se identificar quais as ferramentas da Web 2.0 são mais utilizadas na vida profissional e pessoal. Além disso, visou estabelecer o conhecimento que os colaboradores possuem sobre essas ferramentas e se já são capazes de identificar o uso potencial delas na empresa.

Na composição do questionário, foi incluso um epigrafo, contendo uma breve explicação da pesquisa, um espaço reservado para identificação de formação, experiência e função exercida na empresa, e também uma nota esclarecendo o caráter sigiloso e confidencial a fim de reduzir qualquer constrangimento em

[20]Ferramenta que disponibiliza um disco virtual com funções de armazenamento e compartilhamento de arquivos e pastas online

relação às respostas. Com quatro questões obteve-se dos funcionários, informações relacionadas às ferramentas Web 2.0 indicando se conhecem, usam e quais recomendam para potencial uso no trabalho. As respostas obtidas dos setores de Atendimento ao Cidadão e de Arquitetura e Engenharia de Software são apresentadas a seguir.

3.4.1. Atendimento ao Cidadão

Responderam ao questionário 104 funcionários, em sua maioria jovem, com menos de dois anos de empresa, sendo 48% com alguma formação acadêmica e 76% da área de humanas. Quanto ao tempo de empresa, 70% dos funcionários têm menos de três anos e em relação ao uso de ferramentas de comunicação, apenas 51% afirmam que as existentes são adequadas.

O gráfico da figura 3 mostra que particularmente as ferramentas mais utilizadas são Google, e-mail e MSN. No entanto as mais indicadas para o trabalho, entre as ferramentas Web 2.0 estão Google, Wikipédia e Skype.

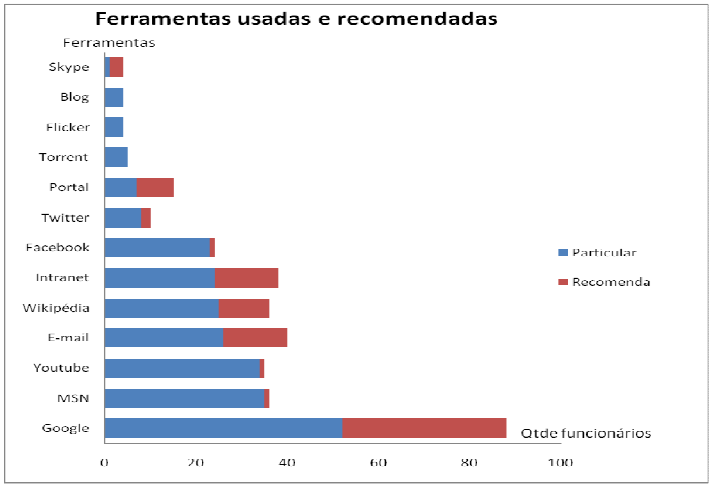


Figura 5 - Popularidade das Ferramentas para o Setor de Atendimento ao Cidadão

Para os colaboradores desse setor, os motivos que os levam a gostar do trabalho são: bom ambiente, oportunidade de crescimento profissional e tipo de trabalho realizado (por ser ajuda aos cidadãos). Quanto ao que gostariam que mudasse estão: a melhoria da infra-estrutura (melhores computadores, desbloqueio da internet, espaço físico) e ampliação de alguns benefícios. Entretanto, grande parte dos entrevistados não respondeu a estas perguntas ou afirmou que não mudariam nada.

3.4.2 Arquitetura e Engenharia de Software e Soluções

Desse setor, responderam o questionário 18 funcionários. Entre esses, 88% têm alguma formação acadêmica na área de exatas. Quanto à experiência profissional na empresa, 7 estão a menos de cinco anos e 13 com menos de dez anos, o que pode caracterizar funcionários em uma ótima fase de produção e ainda abertos a mudança. Quanto ao uso de ferramentas de comunicação, 77% afirmam que elas são adequadas para a comunicação da empresa.

Conforme demonstrado na figura 4, as mais ferramentas mais usadas são: Google, Wikipédia, Skype e Youtube, que também são as mais recomendadas. Porém, há o reconhecimento do valor de Blog e de Facebook que, mesmo não sendo as ferramentas utilizadas particularmente hoje, são percebidas como de uso potencial para colaborar com a comunicação no trabalho.

Quando questionados sobre o porquê gostam de trabalhar na empresa, afirmaram que é gratificante saber que seu trabalho atende e melhora a vida do cidadão, que as atividades desenvolvidas envolvem

projetos diferenciados por existir uma boa estrutura física, pela maior estabilidade e por existir um bom ambiente profissional. Quanto ao que mudariam na empresa, houve manifestações no que se refere ao aumento do investimento em formação técnica e a maior autonomia na execução do trabalho a fim de garantir continuidade de projetos mesmo que haja troca de governo.

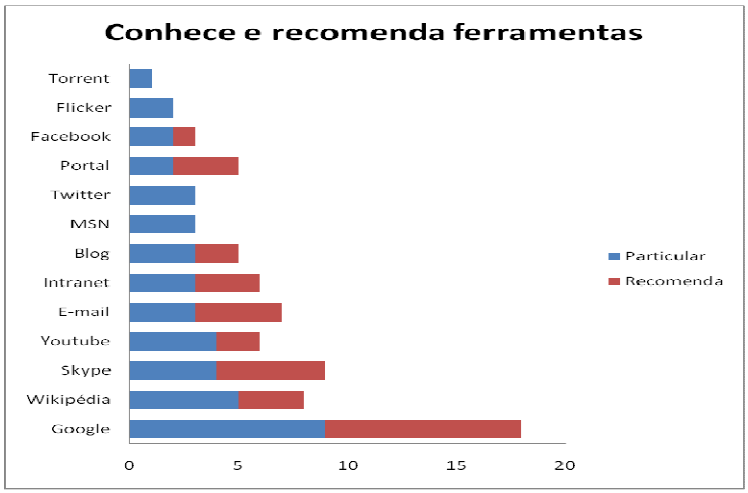


Figura 6 - Popularidade das ferramentas do Setor de Arquitetura e Engenharia de Software e Soluções

4. Análise dos Resultados

As analises das informações coletadas, que são apresentadas a seguir, foram realizadas, de forma independente de acordo com cada setor, respeitando o fato de que o publico alvo apresenta perfis distintos quanto à proximidade da tecnologia, nível de maturidade de execução das atividades e formação.

A análise foi elaborada baseando-se na Teoria dos Vínculos, buscando uma colaboração para inovar na gestão desses setores, via as transformações de vínculos fracos em vínculos fortes assim como a criação de novos vínculos com base nos vínculos potenciais, seguindo as tendências em se tornar uma Empresa 2.0, por exemplo, pela adoção de ESSPs para comunicação por rede social.

4.1. Atendimento ao Cidadão

Quanto a analise dos vínculos, observou-se que num mesmo local físico, se estabelece naturalmente vínculos fracos entre os funcionários e que há iniciativas para estabelecer vínculos fortes através de eventos sociais organizados pelos supervisores. Porém o ambiente de aprendizado para troca de experiências profissionais ocorre pelas situações inéditas selecionas e divulgadas pelos supervisores nas reuniões semanais. Não se observou interação entre os grupos, localizados fisicamente distantes, e que atendem as diferentes secretarias. Esta ausência de relacionamento pode ser enquadrada como vínculo potencial. Assim, de forma abrangente, o inter-relacionamento entre funcionários do setor de atendimento pode ser interpretado como sendo uma rede composta por vínculos fortes e fracos, mas com lacunas estruturais.

Segundo a gerente do Atendimento, ainda não foi implementado um meio de comunicação adequado e capaz de integrar a equipe e aperfeiçoar os trabalhos. Os funcionários relatam, através dos questionários, que existe uma baixa disponibilidade de ferramentas de comunicação e recomendam, por exemplo, o uso do Google para auxiliar no atendimento. Relatam, inclusive, que o GoogleMaps poderia auxiliar na localização de endereços para os cidadãos, além de outras funcionalidades dessa plataforma como GoogleCalendar e Gtalk.

Não foi citado, pelos funcionários desse setor a iniciativa da empresa de criar o grupo “Empresa de Todos” no Facebook, demonstrando que o uso dessa ferramenta na empresa ainda é embrionário, pouco disseminado e talvez com abrangência apenas em um setor. É recomendado que tal recurso seja mais

divulgado nos setores e que eventualmente sejam criados outros grupos internos para estimular os relacionamentos sociais.

O Facebook é uma ferramenta eficiente na criação e manutenção de vínculos[10]. Dentre os principais recursos estão: disponibilização do perfil de cada usuário, criação de eventos e grupos, atualização de status e compartilhamento de fotos. Uma ferramenta como esta, poderia contribuir para intensificar o relacionamento, apoiando nas atividades sociais promovidas, e indiretamente contribuir para que a qualidade do atendimento ao cidadão e a produtividade do setor aumente.

Outra ESSP a ser considerada quanto a sua aplicabilidade nesse setor é o Blog. Através da iniciativa de cada colaborador, as lições aprendidas e dicas para melhorar o desempenho do trabalho poderiam ser disponibilizadas com essa ferramenta, podendo enriquecer assim os assuntos tratados nas reuniões semanais e até mesmo mudar a dinâmica delas.

4.2. Arquitetura e Engenharia de Software e Soluções

Fazendo uma análise do relacionamento entre os funcionários pela Teoria dos Vínculos, esse setor tem indícios de vínculos fortes nas células, visto que os trabalhos realizados possuem processos bem definidos. No entanto, o relacionamento entre células tende a ser de vínculos fracos já que a interação entre elas é baixa.

Devido ao uso de padrões formais de comunicação, a grande maioria dos colaboradores considera a comunicação adequada e suficiente aos seus propósitos, em especial no relato do andamento dos trabalhos sistematicamente disponibilizado para a alta direção. Quanto ao caracterizar o setor como uma empresa 2.0, embora já exista um Wiki e um grupo no Facebook, ainda não há evidências de que essas ferramentas promovam relacionamentos de redes sociais.

É inerente a existência vínculos fracos com comunidades de softwares livres já que a empresa os adota para a realização de seus trabalhos. A necessidade de encontrar soluções inovadoras traz a percepção de ampliar esses vínculos, trabalhando constantemente em novos relacionamentos, a fim de promover inovações na sua prestação de serviço.

A Wiki, mantida pelo setor, disponibiliza um conteúdo fortemente administrado, onde a criação e edição são centralizadas em especialistas do conhecimento reduzindo o potencial da ferramenta como rede colaborativa. Embora esse processo de atualização possa ser uma estratégia de implantação do Wiki para garantir que pelo menos alguns colaboradores disponibilizem conhecimentos e se estabeleça uma mudança cultural, o uso original da ferramenta, passaria a dar maior liberdade para comunidade refutar, valorizar e incrementar os conhecimentos postados dando abertura para se estabelecer de fato uma rede social.

O uso do Facebook ainda é recente, apesar da liberação do acesso à ferramenta e criação do grupo “EMPRESA para Todos”, ainda a participação dos colaboradores é baixa exigindo um trabalho de motivação para uso.

As respostas ao questionário deixam evidente que os funcionários do setor estão mais entrosados e atualizados em relação às ferramentas ESSPs. Há uma grande diversificação na sugestão de uso das ferramentas e muitas são sugeridas para uso no trabalho. Validar tais sugestões envolve detalhar a pesquisa para compreender como elas podem ser aproveitadas.

5. Conclusão

A pesquisa teve como objetivo estudar os relacionamentos interpessoais numa organização utilizando a teoria dos vínculos para análise do relacionamento e identificar o uso de ESSPs para intensificar estes vínculos. Os dois setores da empresa estudada apresentaram características de maturidade distintas no uso de ferramentas de software. Assim, pode-se entender que de fato houve o estudo de dois casos dentro de uma mesma instituição.

O pouco tempo para realização da pesquisa implicou num estudo superficial. As entrevistas trouxeram muitas informações, mas seria necessário um maior acompanhamento das atividades da empresa, além de uma maior coleta de informações junto aos funcionários.

Não foi possível encontrar evidências efetivas de que problemas de intercâmbio de informações estão sendo tratados como, por exemplo, pela livre atualização do conteúdo pelos usuários, interatividade e estímulo ao fluxo de conhecimento organizacional.

Seria interessante fazer uma pesquisa futura para acompanhar o impacto da instalação dessas ferramentas e ver as mudanças culturais e de inovação promovidas. Possíveis pesquisas posteriores a essa poderiam analisar mais profundamente os vínculos entre os funcionários e os impactos que as ESSPs causam no ambiente corporativo.

A pesquisa mostrou o quanto dentro de uma mesma empresa, pode haver diferentes problemas de comunicação e de maturidade e que, mesmo sendo o setor de Atendimento o mais dependente da comunicação, é o que tem menor aproveitamento das ESSPs. Não existe uma forte conexão entre os setores, e a comunicação entre eles parece ser pouco trabalhada.

É necessário criar uma cultura colaborativa entre seus funcionários e que haja treinamento para uso adequado das ferramentas.

Agradecimentos

Este trabalho de pesquisa não poderia ser realizado sem o apoio do Programa de Serviço de Apoio ao Estudante da Unicamp, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI).

Referências

[1] WINCKLER, Marco; PIMENTA, Marcelo. Avaliação de Usabilidade de sites Web. 2002.
[2] COUTINHO, Clara; BOTTENTUIT, João, 2007. Blog e Wiki: Os Futuros Professores e as Ferramentas da Web 2.0. Disponível em <http://curso1.pbworks.com/f/blogWiki_artigo.pdf>. Acesso em 21 jun. 2011.
[3] FOLHA ONLINE. Confira os dez momentos mais importantes da internet. 2005. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/folha/informatica/ult124u19223.shtml>. Acesso em 27 jul. 2011.
[4] VAZ, Conrado Adolpho. Google Marketing: O guia definitivo de marketing digital. São Paulo: Novatec, 2009.
[5] MANSUR, Ricardo. Governança de TI: Metodologias, frameworks e melhores práticas. Editora Brasport. 2007.
[6] PINHEIRO, David. Web semântica: uma estratégia de marketing. Instituto Toledo de Ensino. 2007.
[7] SCHONS, Claudio; CÔRREA, Fabiano; MOLOSSI, Sinara. Uso de Wikis na gestão do conhecimento em organizações. Biblios. 2007
[8] BASTOS, Marcelo. Dez razões para adotar redes sociais nas empresas. Revista HSM. Versão Online. 2009.
[9] PERSONA, Mario. Crônicas de Negócio. Revista Anave. 2005.
[10] McAFEE, Andrew. Empresas 2.0: As forças das mídias colaborativas para superar grandes desafíos empresariais. Elsevier, 2010.
[11] O'REILLY, Tim. What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. O'Reilly Publishing, 2005.
[12] REDIG, Ana. A Web 2.0 tem um estilo. Mas não é forma, é conteúdo.. Disponível em: < http://webinsider.uol.com.br/2006/08/11/web-20-tem-um-estilo-mas-nao-e-forma-e-conteudo>. Acesso em 16 jun. 2011.

[13] PRIMO, Alex. O aspecto relacional das interações na Web 2.0. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 2006, Brasília. Anais, 2006.
[14] CARVALHO, Mercya. Redes Sociais: convergências e paradoxos na ação estratégica. 2001.
[15] GRANOVETTER, Mark. The Strength of Weak Ties. The American Journal of Sociology, Vol. 78. Nº 6. Johns Hopkins University. Maio, 1973.
[16] CIPRIANI, Fábio. Blog Corporativo. São Paulo: Novatec, 2008.
[17] FIGUEIREDO, Odilon. Vantagens competitivas no uso de ferramentas da Web 2.0 em empresas do setor de construção e venda de imóveis: um estudo comparativo de casos. Faculdade Pitágoras. Belo Horizonte, 2009.
[18] SCHMITT, Valdenise; OLIVEIRA, Leonardo; FIALHO, Francisco. Jornalismo 2.0: a cultura da colaboração no Jornalismo. E-compós, Brasilia, v.11, n.3, set. /dez. 2008.
[19] FERREIRA, Débora. Blog como ferramenta da Comunicação Empresarial. Universidade Estácio de Sá – Projetos Experimentais III. Rio de Janeiro, dez/2008.
[20] G1. O Que é: Facebook. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/0,,MUL394773-15524,00.html>. Acesso em 25 jul. 2011.
[21] CARDOSO, Marcelo. Produção colaborativa de conhecimento: o uso de Wiki no ambiente corporativo. Florianópolis, 2009.
[22] Monday Begins on Saturday. Generalization of the Web 2.0 concept. Disponível em: <http://yarikson.wordpress.com/2008/04/24/Web-20-generalization>. Acesso em 16 jun. 2011.

LEI DO BEM – ESTUDO DOS INCENTIVOS FISCAIS À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DO GOVERNO FEDERAL

Fernando Mateus Mendonça Chaim, Marbília Passagnolo Sérgio
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Puc-Campinas,
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI/ MCT,
Divisão de Sistemas de Segurança de Informação – DSSI
{fernando.chaim, marbilia.sergio}@cti.gov.br

Resumo

O governo federal demonstra relevante interesse no incentivo à inovação, auxiliando nos aspectos legais, os potenciais benefícios que carregam para a economia nacional. As empresas buscam incentivos que permitam a redução do pagamento de tributos e estimulem o investimento em PD&I. A Lei nº 11.196/05, conhecida como "Lei do Bem", possibilita a utilização de benefícios fiscais para investimento em pesquisa e inovação tecnológica. A pesquisa teve como motivação estudar as dificuldades no que se refere ao preenchimento do formulário para usufruir dos incentivos fiscais. O trabalho faz uma breve descrição do capitulo III da "Lei do Bem", focando na sua aplicação, descrevendo o que é Inovação, o que é pesquisa tecnológica, exposição dos incentivos à inovação em espécie. Descreve o formulário a ser preenchido para se obter o beneficio e aponta as ABAS mais prováveis de problemas de preenchimento. O trabalho conclui que apesar da dificuldade de se obter informações junto ao governo e as empresas beneficiárias, existe um forte indicio de que o problema das empresas deve estar relacionado ao conceito de Inovação Tecnológica e entendimento do que é um programa na empresa, seus projetos e como informar dados de dedução no formulário. Empresas com maior desenvoltura para se beneficiar da Lei estão concentradas na região Sul e sudeste.

Palavras-chave: inovação; tecnologia; incentivos fiscais; preenchimento do formulário; PD&I; "Lei do bem"

1. Introdução

O governo federal demonstra relevante interesse no incentivo à inovação, auxiliando, sobretudo, nos aspectos legais, tendo em vista os potenciais benefícios que carregam para a economia nacional, desonerando os investimentos, incentivando as exportações, reduzindo a carga tributária sobre a atividade produtiva e promovendo o desenvolvimento de regiões afastadas dos grandes centros tecnológicos.

No âmbito do setor privado, existe um conjunto de outros instrumentos de fomento que disponibiliza crédito, subvenção econômica e investimentos reembolsáveis e não reembolsáveis que também estimulam as empresas a realizarem atividades de PD&I, sem necessariamente as empresas receberem incentivos fiscais [1].

Por outro lado, as empresas buscam os incentivos à inovação que permitam a redução do pagamento de tributos, a saber, Imposto de Renda de Pessoas Jurídica (IRPJ), Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL), Imposto sobre Produto Industrializado (IPI) e Imposto de Renda Retido na Fonte (IRRF), o que cria um ambiente favorável para que se sintam estimuladas a investir cada vez mais em PD&I, tornando-as mais eficientes e competitivas nas suas áreas de atuações.

A Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005 (conhecida como "Lei do Bem"), regulamentada pelo Decreto nº 5.798, de 07 de junho de 2006, trouxe a possibilidade da utilização de benefícios fiscais pelas pessoas jurídicas que investem em pesquisas e inovação tecnológica [2].

De modo geral, trata-se de um conjunto de medidas de incentivos fiscais à inovação científica e tecnológica, por meio de um esforço concentrado na pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica, de forma que possam contribuir para aumentar a competitividade das empresas nos mercados interno e externo e realizar um melhor aproveitamento do capital intelectual do País. Os relatórios do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) apontam que as empresas encontram dificuldades para obter esses benefícios devido ao preenchimento do formulário.

Neste contexto, o presente estudo objetiva de forma geral contribuir para a disseminação da cultura da inovação, em especial, divulgando o simulador de incentivos fiscais, para expandir o conhecimento dos benefícios à inovação.

Colaborando mais especificamente com a iniciativa de inovação nas empresas no que se refere ao preenchimento do formulário para usufruir dos incentivos fiscais instituídos pela Lei nº 11.196/2005, conhecida como “Lei do Bem”, marco legal da inovação no país.

O tipo de pesquisa utilizado foi “pesquisa-ação”, por ser um termo genérico, que cobre muitas formas de pesquisa orientada para ação e indica diversidade na teoria e na pratica entre os pesquisadores, usuários desse método [3]. Apresenta base empírica, ou seja, realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo [4].

O trabalho está organizado nos itens seguintes de forma a no item 2, apresentar os principais conceitos e teorias relevantes para o entendimento do trabalho, no item 3 é descrito a forma e metodologia como o trabalho foi conduzido e os resultados obtidos e, finalmente, no item 4 são apresentadas algumas conclusões e argumentações sobre o que foi e não foi realizado durante o trabalho.

2. Da Inovação Tecnológica e seus Incentivos

A seguir é apresentada uma breve descrição do capitulo III da “Lei do Bem”, focando na sua aplicação quanto ao incentivos à inovação tecnológica, organizando, em quatro itens: o que é Inovação para essa lei, adicionado inclusive outras interpretações complementares; o que é pesquisa tecnológica, uma vez é preciso se enquadrar como Inovação para usufruir dos benefícios legais; exposição dos incentivos à inovação em espécie, previstos no capitulo III; e finalmente a descrição do processo para as empresas pleitearem o beneficio, uma vez que o formulário é o mecanismo de acesso.

2.1. Conceitos de Inovação Tecnológica

Para começar é preciso saber o que é inovação, motivo pelo qual se recorreu ao dicionário Houaiss, chegando ao simples conceito, “aquilo que é novo” [5]. Por sua vez, o termo tecnologia significa o “conjunto de conhecimentos científicos, dos processos e métodos usados na criação e utilização de bens de serviços”.

No entanto o termo inovação tecnológica admite vários conceitos, justificando a pesquisa ampliada que procurou resgatar definições e compreensões do termo. Em âmbito empresarial, o termo significa "a introdução, com êxito, no mercado, de produtos, serviços, processos, métodos e sistemas que não existiam anteriormente" [6].

O Manual de Oslo, centrado na inovação tecnológica de produto e processo na indústria de transformação, revela, com propriedade, que “uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas” [7].

A Lei de Inovação Federal (Lei 10.973/2004), por sua vez, afirma que “inovação é a introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social que resulte em novos produtos, processos ou serviços”. (Art. 2º, IV)

Somando-se a isso, a Lei Paulista de Inovação (Lei Complementar nº 1049/2008) considera inovação tecnológica a "introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social que resulte em novos processos, produtos ou serviços, bem como em ganho de qualidade ou produtividade em processos, produtos ou serviços já existentes, visando ampliar a competitividade no mercado, bem como a melhoria das condições de vida da maioria da população, e a sustentabilidade socioambiental" (art.2º, inciso I)

Nota-se, contudo, que as empresas apresentam grandes dificuldades em explicitar o que é a inovação tecnológica em um projeto de pesquisa e desenvolvimento. Talvez pela dificuldade de compreensão do conceito introduzido pela "Lei do Bem", que assim define:

> "considera-se inovação tecnológica a concepção de novo produto ou processo de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando maior competitividade no mercado". (art. 17, §1º, Lei nº 11.196/2005)

Com isso, podemos concluir que inovação tecnológica representa uma exploração de novo produto ou processo, causando um impacto significativo no faturamento da empresa, ou seja, implica o aumento de produtividade e redução de custos, a partir da vantagem competitiva. (figura 1 - Inovação tecnológica para a Empresa)

No formulário para obter os mencionados incentivos existe a seguinte definição de Inovação de produto:

a. Produto tecnologicamente novo (bem ou serviço industrial): é um produto cujas características fundamentais (especificações técnicas, usos pretendidos, software ou outro componente imaterial incorporado) diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa.
b. Melhoria incremental de produto: refere-se a um produto, bem ou serviço industrial, previamente existente, cujo desempenho foi substancialmente aumentado ou aperfeiçoado tecnologicamente. Observando que:

- Um produto simples pode ser aperfeiçoado (no sentido de se obter um melhor desempenho ou um menor custo) através da utilização de matérias primas ou componentes de maior rendimento.
- Um produto complexo, com vários componentes ou subsistemas integrados, pode ser aperfeiçoado via mudanças parciais em um dos componentes ou subsistemas.

No formulário ainda é alertado que não são incluídas as mudanças puramente estéticas ou de estilo e a comercialização de produtos novos integralmente desenvolvidos e produzidos por outra empresa.

Portanto, mostra-se claro que a inovação é fundamental para manter o cenário competitivo das empresas, sobretudo em tempos de novas tecnologias, o que permite um desenvolvimento de mercado.

Importante dizer que o processo de inovação deve ser adequado para cada realidade empresarial, evitando surpresas desagradáveis durante os investimentos. Para isso, observa-se o tamanho da empresa, o setor de atuação, a cultura e a estrutura organizacional, a visão de futuro e os resultados esperados.

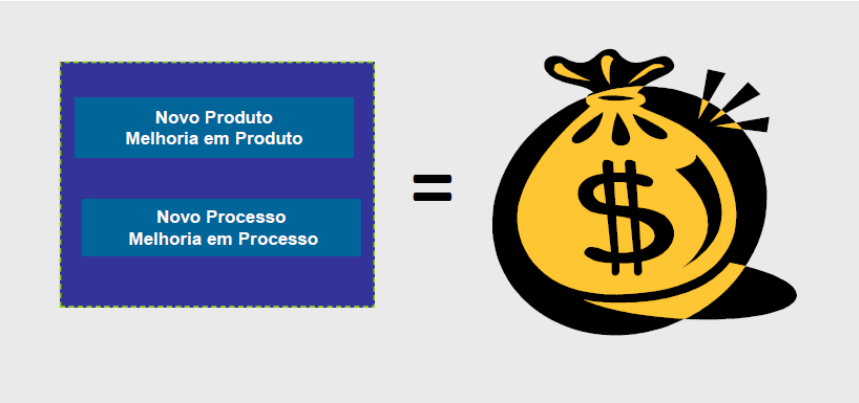


Figura 7 - Inovação tecnológica para a Empresa [8]

2.2. Conceito de Pesquisa Tecnológica (DECRETO 5.798/2006)

Para esclarecer as principais dificuldades, sobretudo no enquadramento de inovação tecnológica, é preciso recorrer ao Decreto nº 5.798/2006, que regulamenta os incentivos fiscais da "Lei do Bem".

Sendo assim, considera-se pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica as atividades de:

a) pesquisa básica dirigida (PB): os trabalhos executados com o objetivo de adquirir conhecimentos quanto à compreensão de novos fenômenos, com vistas ao desenvolvimento de produtos, processos ou sistemas inovadores;
b) pesquisa aplicada (PA): os trabalhos executados com o objetivo de adquirir novos conhecimentos, com vistas ao desenvolvimento ou aprimoramento de produtos, processos e sistemas;
c) desenvolvimento experimental (DE): os trabalhos sistemáticos delineados a partir de conhecimentos pré-existentes, visando à comprovação ou demonstração da viabilidade técnica ou funcional de novos produtos, processos, sistemas e serviços ou, ainda, um evidente aperfeiçoamento dos já produzidos ou estabelecidos;
d) tecnologia industrial básica: aquelas tais como a aferição e calibração de máquinas e equipamentos, o projeto e a confecção de instrumentos de medida específicos, a certificação de conformidade, inclusive os ensaios correspondentes, a normalização ou a documentação técnica gerada e o patenteamento do produto ou processo desenvolvido; e
e) serviços de apoio técnico: aqueles que sejam indispensáveis à implantação e à manutenção das instalações ou dos equipamentos destinados, exclusivamente, à execução de projetos de pesquisa, desenvolvimento ou inovação tecnológica, bem como à capacitação dos recursos humanos a eles dedicados;

2.3. Dos Incentivos Fiscais em Espécie

Antes de prosseguir, é preciso lembrar que a referida legislação contempla diversos benefícios fiscais, dentre eles, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras (RECAP) e o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação (REPES).

Contudo, o presente estudo busca analisar os impactos dos Incentivos à Inovação Tecnológica, notadamente previstos a partir do art. 17, ou seja, no capítulo III da Lei nº 11.196/2005.

Assim, busca-se compreender a premissa de que os incentivos fiscais são um meio e não um fim, ou seja, devem ser utilizados para alavancar a pesquisa e desenvolvimento e, por conseqüência, os resultados alcançados, elevando a competitividade da indústria nacional.

Os incentivos reais previstos na "Lei do Bem" destinados à P&DI nas empresas, e usufruídos de forma automática, resumidamente, podem ser definidos assim: [9]

a) Exclusão no IRPJ do lucro líquido e da base de cálculo da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido - CSLL, do valor correspondente de até 60% da soma dos dispêndios, classificados como despesas operacionais pela legislação do Imposto sobre a Renda da Pessoa Jurídica – IRPJ, realizados com P&D no período;

- Adição de até 20%, no caso de incremento do número de pesquisadores dedicados exclusivamente à pesquisa e desenvolvimento contratados no ano de referência;
- Adição de até 20%, no caso de patente concedida ou cultivar registrado;

Observação: O abatimento na base de cálculo do IRPJ + CSLL das empresas poderá chegar à dedução de 200% (100% das despesas realizadas + 60% pelo incentivo de realizar P&D + 20% pelo aumento de pesquisadores +20% pela concessão de patente ou registro de cultivar).

b) Redução de 50% do IPI incidente sobre equipamentos, máquinas, aparelhos e instrumentos adquiridos para pesquisa e desenvolvimento tecnológico;
c) Depreciação Integral de equipamentos e bens intangíveis e Amortização Acelerada, exclusivamente para P&D;
d) Redução a zero da alíquota do IR nas remessas efetuadas para o exterior destinadas ao registro e manutenção de marcas, patentes e cultivares;

Observação: no caso específico do crédito de 20% do imposto sobre a renda retido na fonte (Art. 17, caput, Inciso V e § 5º da Lei nº 11.196/05 – Lei do Bem), foi revogado, conforme Art. 32 da MP nº 497, de 27 de julho de 2010.

2.4. O Processo de Efetivação do Benefício

As empresas que desejam utilizar os incentivos fiscais devem preencher o "Formulário para Informações sobre as Atividades de Pesquisa Tecnológica e Desenvolvimento de Inovação Tecnológica – FORMP&D" contendo registro das atividades anuais dos seus programas de Pesquisa, Desenvolvimento e de Inovação Tecnológica (PD&I).

O formulário em questão deve ser enviado obrigatoriamente ao Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, via meio eletrônico, tendo como prazo final até 31 de julho do ano subseqüente de cada exercício fiscal, conforme determina o Art. 14 do Decreto nº 5.798, de 07 de junho de 2006 – que regulamentou a "Lei do Bem".

Depois da análise dos técnicos do governo, as empresas são informadas se preencheram os questionários corretamente e se cumpriram os requisitos da lei [10].

Percebe-se, portanto, que a empresa precisa ter seu relatório aprovado, mas informações imprecisas ou resultados fiscais negativos impossibilitam atender aos requisitos da lei.

É bem verdade que o Ministério de Ciência e Tecnologia desenvolveu um novo formulário, o qual se mostra mais eficaz e aumenta a segurança no fornecimento das informações, isto porque contém algumas funções de verificação. Entretanto, traz algumas novidades que podem dificultar o preenchimento para aquelas empresas que deixaram para última hora, a saber, itens sobre o detalhamento de pagamentos a fornecedores e solicitação de novas informações [11].

Após a entrega do formulário, caso o MCT necessite de esclarecimentos, ou informações adicionais, comunicará a empresa. Contudo, é comum que permaneçam irregulares, tendo em vista a dificuldade de corrigir as informações e atender o solicitado.

Conclui-se, portanto, que as pessoas jurídicas beneficiárias dos incentivos fiscais ficam obrigadas a

prestar ao Ministério da Ciência e Tecnologia, em meio eletrônico, informações sobre seus programas de pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica, conforme as diretrizes acima.

3. Análiswe do Programa de Incentivo Fiscal

A seguir é descrito como o trabalho de pesquisa foi conduzido, as principais informações retiradas dos relatórios do MCT, com ênfase nos principais problemas e identificação dos canais de comunicação do órgão responsável, e assim finalizando com uma breve descrição do conteúdo do formulário, apontado possíveis campos críticos de preenchimento.

3.1. Organização do Trabalho

Essa pesquisa foi conduzida primeiramente pelo estudo da "Lei do Bem", em especial o capitulo III. Houve um aprofundamento sobre os conceitos de Inovação e Pesquisa tecnológica e finalmente o entendimento do processo para as empresas requererem o benéfico. Feito isso, procurou-se coletar dados oficiais relativos ao uso dos incentivos fiscais, sobretudo pelos relatórios divulgados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, comparando os resultados dos últimos anos e obtendo uma visão sobre o impacto fiscal das medidas de desoneração tributária para as empresas.

Assim, foram estudados todos os relatórios elaborados e divulgados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, desde a criação dos incentivos fiscais pela "Lei do Bem" (2005), até o ano de apresentação desse trabalho (2011), e também foram estudados os artigos e trabalhos publicados sobre a matéria, para buscar os indicadores que podem apontar as vantagens e desvantagens dos incentivos fiscais.

Uma vez constatado o baixo índice de adesão aos incentivos fiscais, recorreu-se à empresa de consultoria, especializada no assunto, para tentar obter informações sobre as principais dificuldades das empresas. Nem pelos relatórios analisados (único documento hábil para estudo disponibilizado pelo MCT), nem através da empresa de consultoria, foi possível identificar as principais causas do baixo índice de adesão, considerando que qualquer outro documento publicado pelas empresas naturalmente busca omitir dados relativos aos segredos industriais.

Dessa forma, fez sentido orientar a pesquisa para o entendimento do formulário do MCT, visando identificar pontos críticos de preenchimento.

3.2. Dos Relatórios do MCT (2006-2009)

Desde o surgimento do incentivo fiscal em 2006, o MCT vem atuando junto a empresas que buscam os benefícios legais. No final de cada período, ele apresenta um relatório sintetizando as operações realizadas.

Este relatório publicado anualmente visa demonstrar os resultados da utilização dos incentivos fiscais à inovação tecnológica, abordando informações relacionadas ao valor dos incentivos utilizados, número de empresas beneficiárias, setores de atuação, etc. Os relatórios permitem extrair informações sobre diversas dimensões, entre outras:

a) incentivos fiscais;
b) empresas participantes;
c) distribuição do número de empresas por setores;
d) recursos aplicados com as atividades de P&D;
e) geração de renúncia fiscal dos investimentos em P&D.

Com base nesses relatórios é possível elaborar um gráfico (figura 2), comparando os números dos formulários apresentados e rejeitados nos anos de 2006 a 2009 [12].

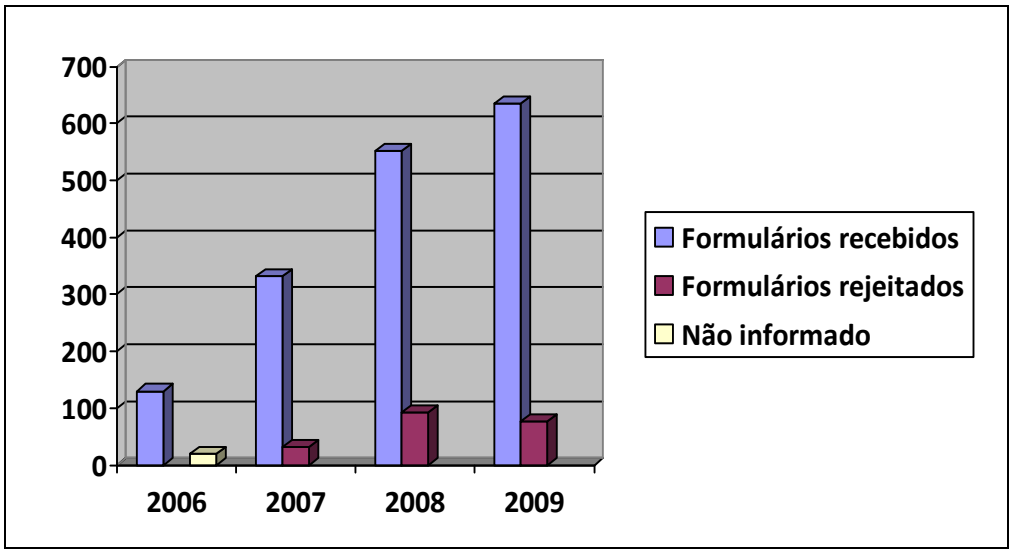


Figura 8- gráfico comparativo entre formulários apresentados e rejeitados

Outras informações relevantes de cada ano são:

- Ano Base 2006 - Houve 130 empresas pleiteantes dos Incentivos Fiscais, que dispenderam cerca de R$ 2 bilhões de reais em seus projetos de P&D. A renúncia fiscal gerada para as empresas com suas atividades de P&D foi da ordem de R$ 229 milhões de reais.
- Ano Base 2007 - Foram recebidos 332 formulários das empresas e consideradas beneficiárias 300 empresas. Os investimentos em P&D atingiram R$ 5,10 bilhões de reais. A renúncia fiscal das atividades em P&D atingiu R$ 884 milhões.
- Ano Base 2008 - Foram recebidos 552 formulários e consideradas beneficiárias 460 empresas. O investimeto em P&D alcançou R$ 8,80 bilhões de reais, sendo os setores de Eletro-Eletronica, Mecânica/Transporte e Alimentos os maiores demandantes. A renúncia fiscal elevou-se para R$ 1,58 bilhão de reais.
- Ano Base 2009 - Foram recebidos 635 formulários. Destes, 16 empresas declararam prejuízo fiscal no ano em questão e 542 foram consideradas beneficiárias dos incentivos fiscais à inovação tecnológica. O gasto do setor produtivo com P&D alcançou R$ 8,33 bilhões de reais, sendo os setores de Mecânica/Transporte, Eletro-Eletrônica e Químico os maiores demandantes. O valor dos incentivos fiscais concedidos com base na Lei do Bem foi da ordem de R$ 1,38 bilhão de reais. Apesar do crescimento no número de empresas cadastradas como beneficiárias de incentivos fiscais à inovação tecnológica, acredita-se que os reflexos da crise econômica mundial concorreram para o desaquecimento no volume de desembolsos destinados à P&D pelas empresas no período.

Cabe destacar ainda que consta no relatório de 2009, que em 2006, os investimentos na área de P&D por parte das empresas representaram 0,09% do PIB Brasil, enquanto no ano de 2009 tais investimentos representaram 0,27% do PIB brasileiro. No mesmo período, o crescimento no número de empresas foi de 317% e da renúncia fiscal de 504% [13].

Evidente, portanto, que este instrumento de incentivos fiscais tem sido de fundamental importância para promover a incorporação do conceito de inovação tecnológica no meio empresarial. Basta observar, no gráfico acima, a curva crescente em relação ao número de empresas pleiteantes dos incentivos fiscais.

Segundo o gráfico da figura 3, extraído do ultimo relatório, pode-se contatar que as empresas participantes do programa de incentivos fiscais estão concentradas na regiões sul e sudeste o que sugere um perfil regionalizado de dificuldade de apreciação da LEI e/ou comprometimento com a Inovação.

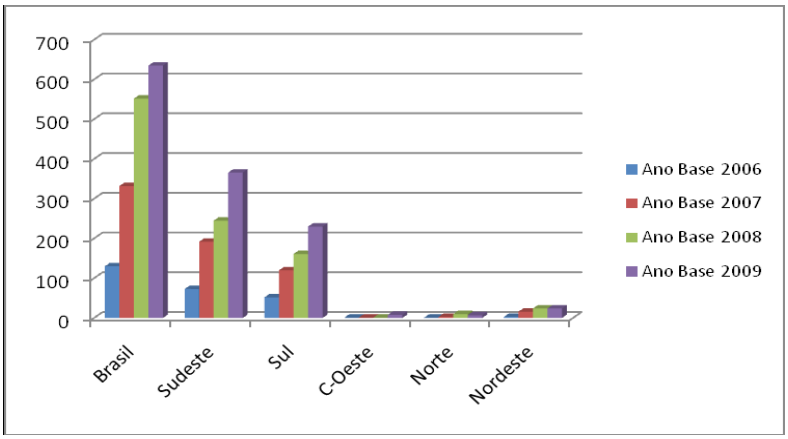


Figura 3 – Número de empresas participantes do programa dos incentivos fiscais e sua distribuição por regiões geográficas [1]

3.3. Outros Canais de Comunicação com os Interessados

O único canal de comunicação formal identificado foi o portal eletrônico do Ministério da Ciência e Tecnologia onde se encontram informações gerais sobre os incentivos fiscais à inovação tecnológica, com possibilidade de acesso ao espaço FAQ – "Frequently Asked Questions", destinado às perguntas mais freqüentes e suas respostas. Foram encontradas nove perguntas, dentre as quais apenas uma, a seguir reproduzida, apresenta estreita relação com o trabalho.

> Pergunta: Qual a finalidade e qual o encaminhamento que é dado ao formulário que, pela "Lei do Bem", as empresas que utilizam os incentivos fiscais devem apresentar ao Ministério da Ciência e Tecnologia em Julho de cada ano?
>
> Resposta: A finalidade é permitir que o MCT tenha conhecimento sobre a utilização dos incentivos fiscais e também reunir informações que lhe possibilitem fazer análises como o impacto dos incentivos nas atividades de P&D nas empresas, o conseqüente aumento do esforço tecnológico bem como o aperfeiçoamento do marco legal da inovação. Essas informações são, posteriormente, repassadas à Secretaria da Receita Federal para fiscalização.

3.4. Pesquisa de Campo – EMPRESA DE CONSULTORIA

Para delinear as principais dificuldades das empresas em relação aos incentivos fiscais, principalmente na sua forma de adesão, segue uma entrevista com uma empresa de consultoria especializada, notadamente, na aquisição desses benefícios.

A empresa destaca, de início, que presta serviços de consultoria para mais de 40 (quarenta) clientes que se utilizam da "Lei do Bem" e, desde o primeiro ano de vigência dessa lei, não obteve nenhuma inconsistência no preenchimento dos formulários.

Em seguida, pela experiência nessa área, apresenta dois grandes pontos controvertidos:

1) Dificuldade por parte das empresas em definir o projeto de inovação tecnológica. Afirma que várias empresas têm dificuldades em explicitar o que é a inovação tecnológica em um projeto de pesquisa e desenvolvimento. Isto tem ocorrido pela dificuldade de compreensão do conceito que a lei usa para definir o que é inovação tecnológica. Para exemplificar, informa que diversas entidades financeiras estão com problemas para justificar ao MCT que seus projetos são projetos de inovação, possivelmente porque este tipo de entidade realiza inovação de processo ou sistemas de TI, que não se enquadram como inovação tecnológica.

2) Estrutura financeira não adequada à segregação contábil necessária para o pleno usufruto dos incentivos. Afirma, neste ponto, que grande parte das empresas não possui sistemas/estruturas contábeis que permitam a segregação fiscal ideal para o pleno usufruto dos benefícios, bem como seu controle por parte dos beneficiados. Nesse sentido, entende que a grande dificuldade é criar (do zero) ou adaptar (a partir de um sistema já existente) uma estrutura de contas que permita o acompanhamento dos dispêndios conforme os requisitos da lei.

3.5. Estudo do Formulário.

Como se pode observar no levantamento apresentado no item 3.2, o preenchimento do formulário é a chave para que as empresas consigam de fato o benefício, o que justifica a pesquisa que busca compreender suas regras de preenchimento, assim como sugerir onde possam ocorrer as possíveis falhas que levem ao seu indeferimento.

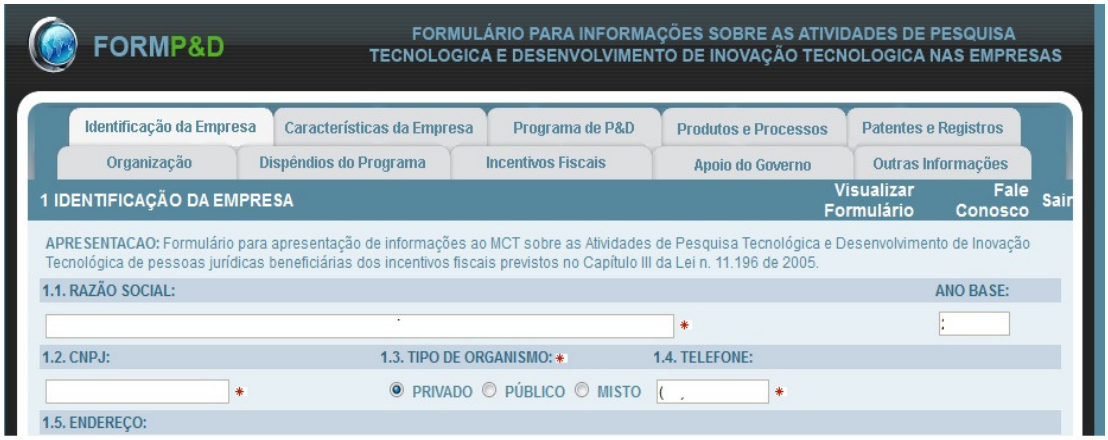

FORMP&D
FORMULÁRIO PARA INFORMAÇÕES SOBRE AS ATIVIDADES DE PESQUISA TECNOLOGICA E DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÃO TECNOLOGICA NAS EMPRESAS
Identificação da Empresa
Características da Empresa
Programa de P&D
Produtos e Processos
Patentes e Registros
Organização
Dispêndios do Programa
Incentivos Fiscais
Apoio do Governo
Outras Informações
1 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA
Visualizar Formulário
Fale Conosco
Sair
APRESENTACAO: Formulário para apresentação de informações ao MCT sobre as Atividades de Pesquisa Tecnológica e Desenvolvimento de Inovação Tecnológica de pessoas jurídicas beneficiárias dos incentivos fiscais previstos no Capítulo III da Lei n. 11.196 de 2005.
1.1. RAZÃO SOCIAL:
ANO BASE:
1.2. CNPJ:
1.3. TIPO DE ORGANISMO:
1.4. TELEFONE:
PRIVADO
PÚBLICO
MISTO
1.5. ENDEREÇO:

Figura 4 - Tela do Formulário [12]

O formulário “online” a ser preenchido é organizado, na sua nova forma de apresentação, em 10 abas, como apresentado na figura acima (figura 3 – Tela do Formulário), a saber:

4) Identificação da empresa: solicita dados cadastrais assim como que seja o campo de atuação caracterizando a atividade econômica da empresa.
5) Característica da empresa: Apresenta definições dos termos: capital controlador, origem do capital controlador, empresa controladora, empresa controlada, empresa coligada. E em seguida, solicita informações relacionadas ao vinculo com eventuais grupos, receita liquida, quantidade de funcionários e sua situação fiscal no ano anterior – lucro ou prejuízo.
6) Programa de P&D e projeto: Onde deve ser descrito no que consiste cada linha (projeto) da P&D (PB, PA, DE) evidenciando: objetivos; elemento tecnologicamente (novo ou inovador); a existência de aplicação de conhecimento ou técnica; avanços científicos ou tecnológicos embutidos; métodos utilizados; data de inicio e fim da linha de projeto; e se usa recursos próprios e de terceiros. No que se refere área de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) deve-se informar quais as competências exigidas no desenvolvimento de seus aplicativos e quais técnicas ou metodologias foram empregadas.
7) Produtos e processos tecnologicamente novos ou substancialmente aperfeiçoados: Considerando os conceitos de Produto tecnologicamente novo e Melhoria incremental de produto (simples ou complexo), observando as recomendações do que não deve ser incluída, a empresa deve informar se no ano base, foi introduzido produto tecnologicamente novo ou significativamente aperfeiçoado e se existente ou não no mercado nacional descrevendo brevemente o principal

produto lançado no mercado no ano anterior. O mesmo deve ser informado pela a empresa, no que se refere a inovação de processo e de serviço.

8) Patentes e registros: onde a empresa deve declarar se tem ou está pleiteando patentes em escritórios no Brasil ou no exterior.
9) Organização: A empresa deve informar se possui alguma norma de certificação e se sua estrutura inclui uma área de gestão das atividades pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica. Assim como se no ano base, ocorreu alteração significativa no que tange a centro tecnológico próprio, laboratórios, plantas piloto e outros itens de infra-estrutura voltados para P&D comentando sobre tais assuntos.
10) Dispêndios do programa: onde é declarada a origem dos recursos, contemplando Recursos Humanos, Serviços de Terceiros, Material de Consumo, Remessa por tecnologias do Exterior, Dispêndio de projetos de P&D em ICT, Bens Intangíveis, Equipamentos Importados e Nacionais e Material Permanente, especificando quais são e declarando o respectivo valor.
11) Incentivos fiscais do programa: onde devem ser declaradas as deduções dos dispêndios de custeio realizados no ano base, para efeito de apuração do lucro líquido, além das deduções adicionais considerando as porcentagens previstas, reduções do IPI, crédito de imposto de renda retido na fonte, depreciação acelerada integral e amortização acelerada.
12) Apoio do governo: onde a empresa declara se utilizou algum dos programas de apoio do governo para as suas atividades inovativas.
13) Outras informações: onde a empresa declara, se for o caso, seu último prêmio de inovação tecnológica e explica informações relevantes ou quaisquer sugestões voltadas para o aperfeiçoamento do sistema de concessão dos incentivos fiscais.
14) Nota: As certidões que comprovem a regularidade fiscal da empresa deverão estar à disposição de eventuais visitas do Ministério da Ciência e Tecnologia ou da Secretaria da Receita Federal do Ministério da Fazenda.

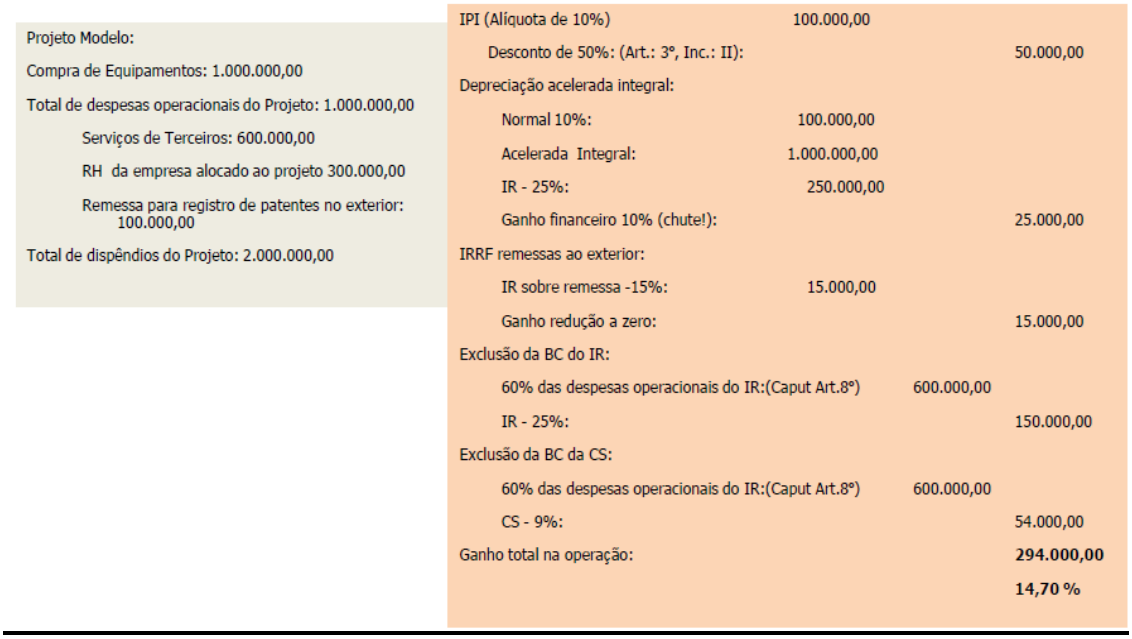
Observando-se as informações solicitadas nas abas, nota-se que as informações a serem preenchidas nas abas 3, 4 e 7 exigem um alto grau de compreensão sobre o programa de inovação e seus diversos projetos, a fim de pontuar adequadamente as informações de dispêndio e atender as exigências legais, para alcançar os benefícios fiscais. As demais abas são preenchidas com informações simples e diretas da empresa e suas conquistas.

3.6. Demosntração da Aplicação dos Incentivos pelo Simulador “ONLINE” [14]

Considerando a figura 5, é possível verificar por um projeto modelo os incentivos fiscais para a compra de equipamentos, que totaliza o valor de R$ 1.000.000,00 (hum milhão de reais).

À direita da figura, tem-se a soma dos incentivos decorrentes da “Lei do Bem”, com a indicação dos impostos deduzidos, resultando em ganho efetivo de 14,70% na operação [15].

Para maiores esclarecimentos, aconselha-se consultar o simulador “online” dos incentivos fiscais, disponível no portal <http://proinova.isat.com.br/Simulador Financeiro.aspx>.



Projeto Modelo:			
Compra de Equipamentos: 1.000.000,00			
Total de despesas operacionais do Projeto: 1.000.000,00			
Serviços de Terceiros: 600.000,00			
RH da empresa alocado ao projeto 300.000,00			
Remessa para registro de patentes no exterior: 100.000,00			
Total de dispêndios do Projeto: 2.000.000,00			
IPI (Alíquota de 10%)	100.000,00		
Desconto de 50%: (Art.: 3º, Inc.: II):			50.000,00
Depreciação acelerada integral:			
Normal 10%:	100.000,00		
Acelerada Integral:	1.000.000,00		
IR - 25%:	250.000,00		
Ganho financeiro 10% (chute!):			25.000,00
IRRF remessas ao exterior:			
IR sobre remessa -15%:	15.000,00		
Ganho redução a zero:			15.000,00
Exclusão da BC do IR:			
60% das despesas operacionais do IR:(Caput Art.8º)		600.000,00	
IR - 25%:			150.000,00
Exclusão da BC da CS:			
60% das despesas operacionais do IR:(Caput Art.8º)		600.000,00	
CS - 9%:			54.000,00
Ganho total na operação:			**294.000,00**
			14,70 %

Figura 5 – Simulação do calculo de Incentivo de um Projeto Modelo

4. Resultados e Conclusão

Esse estudo buscou retratar a redução da carga tributária frente à inovação tecnológica, prevista na Lei nº 11.196/2005, conhecida como "Lei do Bem", avaliando as principais dificuldades das empresas, com especial atenção ao preenchimento do formulário.

Apesar das claras dificuldades no preenchimento do formulário para o envio dos dados de seus programas de pesquisa e desenvolvimento, as informações constantes nos relatórios do MCT e enviadas pelas empresas, mostraram que há uma grande quantidade de atividades sendo realizadas, com aproveitamento dos incentivos previstos da Lei 11.196/05 – "Lei de Bem", o que confirmou a necessidade que havia de um marco legal para o estímulo às atividades inovativas dentro das empresas [16].

Esse obstáculo à inovação se dá provavelmente pelo desconhecimento dos incentivos, ou pela falta de pessoal qualificado. Muito embora esses incentivos tenham alcançado relativo sucesso, é indiscutível que a participação das empresas que realizam atividades de P&D ainda é bastante tímida, em especial as empresas das regiões norte, nordeste e centro-oeste.

Igualmente, as empresas podem utilizar os incentivos fiscais à inovação tecnológica realizando o desenvolvimento de novos produtos ou processos de fabricação, desde que tributadas pelo Lucro Real, e que não registraram prejuízo no ano fiscal.

Segundo a empresa de consultoria, restou claro que a principal dificuldade permanece na vagueza da definição legal do que é "inovação tecnológica", o que pode estar impedindo de atingir números relevantes na adesão aos benefícios fiscais, tendo em vista a escassez de informações para os empreendedores.

Como se não bastasse, não ficou claro como se dá a confirmação, para as empresas, do preenchimento completo das informações, única forma de garantir o direito ao benefício [17].

Outro dado importante é que a legislação determina que o gozo dos benefícios fiscais fica condicionado à comprovação da regularidade fiscal da pessoa jurídica, ou seja, exige demonstrativo técnico e apurado em relação aos recolhimentos fiscais. (art.23, "Lei do Bem").

Para melhor ilustrar a questão, é interessante verificar o gráfico abaixo (Figura 5), o qual demonstra o número de empresas que implementaram inovações e que receberam apoio do governo para as suas

atividades inovativas, especificamente os incentivos fiscais previstos na “Lei do Bem”, referente ao período entre 2006 a 2008, em âmbito nacional [18]:

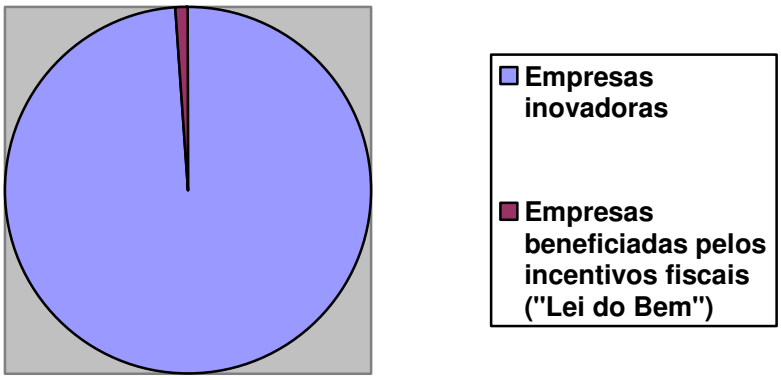


Figura 6 - Brasil: empresas que participam dos incentivos fiscais (2006-2008)

Nada obstante, verificou-se que estudar os benefícios fiscais envolveu informações de balanço contábil empresarial, ou seja, o preenchimento do formulário exige anotações precisas das inovações realizadas pelas empresas, em especial das abas 3, 4 e 7, respectivamente, Programa de P&D e projeto, Produtos e processos tecnologicamente novos ou substancialmente aperfeiçoados e Dispêndios do programa.

Houve dificuldade em se obter exemplos de casos reais junto às empresas beneficiadas, sob o argumento de que as informações contábeis guardam relação com os segredos industriais.

Por conseqüência, fácil foi perceber que as empresas têm receio quanto à confirmação do preenchimento correto das informações do formulário, uma vez que o descumprimento de qualquer obrigação assumida implica na perda do direito aos incentivos, e pior, gera o recolhimento do valor correspondente aos tributos não pagos em decorrência dos incentivos já utilizados, acrescidos de juros e multa. (art. 24, “Lei do Bem”).

Durante a pesquisa, também se defrontou com uma grande dificuldade em se obter informações junto aos órgãos públicos quanto ao detalhamento dos problemas de preenchimento do formulário.

Por outro lado, preocupa a informação de que existem muitas empresas que estão aderindo aos incentivos fiscais para diminuir a carga tributária, e não para investir em inovação tecnológica.

Não resta dúvida de que é preciso aperfeiçoar a divulgação das diretrizes para o preenchimento adequado do formulário assim como estabelecer um canal de atendimento eficiente para sanar tais duvidas.

A pesquisa demandou um aprofundamento nos conceitos relacionados a inovação, tecnologia e “Lei do Bem”, sobretudo o processo de aquisição dos incentivos fiscais. Porém, para se aprofundar no tema e efetivamente extrair os problemas decorrentes do preenchimento desse benefício é preciso entender melhor a legislação mencionada, o que exige a continuidade do trabalho de pesquisa através de estudos de caso que viabilizem o acompanhamento do processo, o que poderia ser um próximo trabalho de pesquisa.

Agradecimentos

Este trabalho de pesquisa não poderia ser realizado sem o do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI).

Referências

[1] Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais - Ano Base 2009. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Brasília/DF: novembro de 2010. Disponível em <www.mct.gov.br>. Acesso em 09 de fevereiro de 2011

[2] BRASIL. Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005

[3] COUGHLAN, P., COUGHLAN, D., Action Research for operations management. International Journal of Operations & Production Management, v.22, n.2, p.220-240, 2002.

[4] THIOLLENT, M. Metodologia da Pesquisa-Ação. São Paulo: Cortez, 2007.

[5] HOUAISS, A. Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. 1ª ed. Editora Objetiva: 2009.

[6] Finep -Financiadora de Estudos e Projetos, entidade ligada ao Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em <http:// www.finep.gov.br>. Acesso em 03 de maio de 2011.

[7] Manual de Oslo: Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica, 3ª ed. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Disponível em: <http://www.finep.gov.br/dcom/brasil_inovador/arquivos/manual_de_oslo.html>. Acesso em 03 de maio de 2011.

[8] GRIZENDI, E. Incentivos Fiscais à Inovação Tecnológica da Lei do Bem. Workshop. INATEL. Santa Rita do Sapucaí, 12 de Março de 2010.

[9] Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais - Ano Base 2009. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Brasília/DF: novembro de 2010. Disponível em <www.mct.gov.br>. Acesso em 09 de fevereiro de 2011

[10] Incentivos fiscais à inovação II. Cresce número de empresas que usam benefícios da Lei "do Bem", mas investimentos em P&D foram 5% menores em 2009 em relação a 2008. Inovação Unicamp. Disponível em <http://www.inova.unicamp.br/inovacao/noticia.php?id=840>. Acesso em 17/12/2010

[11] Em: <http://inventta.net/radar-inovacao/noticias/fim-do-prazo-para-uso-dos-incentivos-fiscais/>. Acesso em 09 de fevereiro de 2011.

[12] Incentivos Fiscais à Inovação Tecnológica - Lei do Bem. FORMPD - Formulário para Prestação de Informações Anuais sobre os Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico das Empresas. Disponível em <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/8563.html>. Acesso em 25 de fevereiro de 2011.

[13] Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais - Ano Base 2009. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Brasília/DF: novembro de 2010. Disponível em <www.mct.gov.br>. Acesso em 09 de fevereiro de 2011

[14] Disponível em <http://proinova.isat.com.br/SimuladorFinanceiro.aspx>

[15] GRIZENDI, Eduardo. Incentivos Fiscais à Inovação Tecnológica da Lei do Bem. Workshop. INATEL. Santa Rita do Sapucaí, 12 de Março de 2010.

[16] Relatório Anual da Utilização dos Incentivos Fiscais - Ano Base 2006. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. Brasília/DF: dezembro de 2007. Disponível em www.mct.gov.br. Acesso em 09 de fevereiro de 2011

[17] Em: <http://inventta.net/radar-inovacao/noticias/fim-do-prazo-para-uso-dos-incentivos-fiscais/>. Acesso em 09 de fevereiro de 2011. Pesquisa de inovação tecnológica: 2008 / IBGE, Coordenação de Indústria. – Rio de Janeiro: IBGE, 2010. p. 114/115. Disponível em <http://www.pintec.ibge.gov.br/ downloads/PUBLICACAO/ Publicacao%20PINTEC%202008.pdf>. Acesso em 03 de maio de 2011.

QUALIDADE DE SOFTWARE E DE GESTÃO DE TI COM FOCO NO ATRIBUTO DE SEGURANÇA DE SOFTWARE

Regis Teruo Nomi; Regina Maria Thienne Colombo
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Segurança de Sistemas da Informação
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{regis.nomi@gmail.com; regina.thienne@cti.gov.br

Resumo

As normas de qualidade de produto de software são compostas por documentos contendo abordagens sobre o modelo de qualidade; medidas externas, internas e da qualidade em uso; por requisitos de qualidade e do processo de avaliação. Em paralelo existem normas que tratam da segurança da informação, de software, e de TI em abordagens de gestão e de certificação e considerações diferentes. Este trabalho tem como objetivo propor uma metodologia para especificar e avaliar requisitos qualidade de produtos de software com enfoque em segurança da informação. Esta proposta apresenta uma abordagem para auxiliar tanto nas etapas de avaliação de qualidade da segurança de produto, como também no planejamento e condução do desenvolvimento de produtos mais confiáveis para o mercado.

Palavras chave: Qualidade de software, Segurança, Avaliação da segurança, Certificação

1. Introdução

Para todo software a ser desenvolvido, existe a necessidade de definir seu modelo de qualidade, para nortear os requisitos de qualidade no desenvolvimento do produto e avaliar seu desempenho segundo as características de qualidade, juntamente com todas as características específicas da aplicação e do domínio ao qual pertence. Os requisitos críticos tais como aspectos da segurança, os econômicos ou do ambiente, os regulamentos e as leis aplicáveis podem também ser levados em consideração, nesse momento. O domínio da aplicação de um produto de software é tão importante como a descrição geral de sua finalidade e seus requisitos de qualidade.

No início, os sistemas computacionais serviam apenas para cálculos, sem grandes recursos visuais, processamentos e gerenciamento de informações. Entretanto atualmente os sistemas são complexos envolvendo a interatividade com os usuários onde uma interface amigável pode minimizar dificuldades com usuários leigos no domínio, na aplicação e também no sistema como também a utilização da rede Web para a comunicação entre os usuários e servidores dos atuais sistemas de informação. Com relação a estes tipos de sistemas, os usuários especialistas têm a preocupação com a confiança na segurança da informação.

Alguns órgãos reguladores internacionais em conjunto com a ISO (International Organization for Standardization) e nacionais como a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) criam normas e guias para definir e divulgar as boas práticas de um domínio, que possuam abrangência global podendo ser utilizadas em qualquer parte do mundo nos mesmos moldes e características. Estas exigências em termos de definição e avaliação da qualidade de software, o comportamento do processo de desenvolvimento de software e requisitos para a segurança da informação e de TI devem ser incorporados aos processos de desenvolvimento de software da instituição e melhorados continuamente. À medida que a tecnologia evolui, novas práticas serão incorporadas num processo de melhoria contínua tanto das normas como também das metodologias em uso.

Com relação à segurança da informação, o relatório publicado pela Symantec [Blackbird, 2009] no período compreendido entre 2007 e 2008, houve um aumento de 3% para 4% nas atividades maliciosas relacionadas com o Brasil no mundo. O mesmo relatório afirma que em 2008 foram encontrados 1.656.227 novos artefatos maliciosos (malware) o que corresponde a um aumento de 256% em relação aos encontrados no ano de 2007 [Blackbird, 2009]. Portando, devido ao aumento dessas atividades no Brasil e no mundo e ao aumento de potenciais novos alvos, existe uma motivação e preocupação com a segurança de software para traçar um panorama nacional que auxilie os usuários, empresas e instituições a se defender destes artefatos.

O conceito de segurança faz parte das características de qualidade atualmente sendo reestruturadas na série ISO/IEC 25000 – Systems and Software Engineering - Systems and Software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE), inclusive houve uma preocupação maior em ressaltar esta característica [9126-1 e draft 25010]. Esta nova série juntamente com as séries de normas sobre segurança descreve requisitos de qualidade, um processo de avaliação, sistema de gestão e certificação de segurança

2. Referências Normativas

Tendo como referência o modelo de qualidade em uso da Norma NBR ISO/IEC 9126–1 [2003], podem ser estabelecidos como requisitos de qualidade os seguintes itens:

Quanto à “Qualidade em Uso” – o software deve ser capaz de permitir que usuários especificados atinjam metas especificadas com eficácia, produtividade, segurança e satisfação, no contexto de uso especificado para o produto. Isto é, o software deve atender os seguintes requisitos:

•Segurança – O software deve apresentar níveis aceitáveis de riscos de danos a pessoas, negócios, software, propriedades ou ao ambiente, no contexto de uso.

•Eficácia – O software deve permitir que os usuários especificados atinjam metas especificadas com acurácia e completitude, no contexto de uso.

•Produtividade – O software deve permitir que seus usuários diretos e indiretos empreguem quantidade apropriada de recursos em relação à eficácia obtida, no contexto de uso.

•Satisfação – O software deve satisfazer usuários, no contexto de uso.

Quanto à “Qualidade interna” – os atributos estáticos do produto de software devem satisfazer as necessidades explícitas e implícitas, quando o software for utilizado em condições especificadas, ou seja, o efeito das propriedades de produtos intermediários, medidos com relação aos requisitos internos – projeto e código.

Quanto à “Qualidade externa” - o comportamento de um sistema deve satisfazer as necessidades explícitas e implícitas, quando o sistema que o inclui for utilizado sob condições especificadas, ou seja, o efeito da execução das funções, medido com relação aos requisitos externos.

Nestes dois últimos contextos o software deve atender aos seguintes requisitos:

Funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, eficiência, portabilidade e manutenibilidade.

Além de definir as características de qualidade de software e orientar quando deve ser utilizada, a norma se preocupou, também, em apresentar um modelo de qualidade de produto de software. Sua publicação teve o grande mérito de estabelecer um modelo básico de qualidade de produto de software, transformado em referência conhecida por grande parte da comunidade. Desde sua publicação, desenvolve-se uma opinião generalizada de que, apesar do grande benefício trazido por essa norma, ao definir um modelo de qualidade propiciando um vocabulário comum, há uma grande dificuldade em adequar sua aplicação para a avaliação prática de produtos de software. A série de normas NBR ISO/IEC 14598 [2002], complementares à NBR ISO/IEC 9126-1, procurou oferecer diretrizes para essa questão.

O processo de transição nas normas na ISO que envolveu as séries ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598 foi longo e muito trabalhado para construção da nova série ISO/IEC 25000 – SQuaRE. Assim, as séries 9126 e 14598 existentes levaram a uma lista de melhorias que foram implementadas na nova série. Uma dessas melhorias foi a mudança da subcaracterística segurança existente na característica Funcionalidade como uma característica do novo modelo de qualidade. Assim alguns conceitos devem ser firmados.

Sob circunstâncias específicas, segurança (safety) pode ser definida como o grau a que um produto ou um sistema não colaboram, para conduzir a um estado em que a vida humana, a saúde, a propriedade, ou o ambiente sejam colocados em perigo. Segurança de acesso é o grau de proteção da informação e dos dados de modo que as pessoas ou os sistemas desautorizados não possam ler ou modificar e que as pessoas ou os sistemas autorizados não tenham acesso negado a ele. A atual subcaracterística security na NBR ISO/IEC 9126-1, definida como segurança de acesso e que deve virar característica na nova ISO/IEC 25010, trata de aspectos de preservação de acesso a funções e dados e respectiva modificação nestes dados. Da mesma forma a característica safety em qualidade em uso trata de segurança envolvendo aspectos financeiros, meio ambiente, pessoas, entre outras.

As características de qualidade são utilizadas para derivar subcaracterísticas, atributos e medidas de qualidade, especificamente as características para medidas internas refletem nos atributos estáticos e, consequentemente, no design do software. A vulnerabilidade de códigos [Duarte, 2008] com relação à ataques ou ações involuntárias que possam modificar dados restritos, pode ser utilizada, considerando as medidas internas definidas na ISO/IEC 9126-3 ou da futura norma ISO/IEC 25022.

As subcaracterísticas de qualidade da característica segurança estão baseadas em confidencialidade, integridade, não-repúdio, responsabilidade, autenticidade e conformidade da segurança (SQuaRE). As características de segurança não são restritas ao produto de software, mas se propagam a sistemas computacionais, informações eletrônicas, sistemas de armazenamento, aspectos de proteção de informações e dados. Essas características só podem ser trabalhadas na prática quando obedecem à estrutura de um modelo de qualidade que leva ao detalhamento das características de qualidade de um produto de software transformando-as em subcaracterísticas, e estas em atributos, até que se obtenham questões objetivas [Guerra, 2009].

O propósito do estabelecimento dos requisitos no modelo de qualidade são utilizados para descrever seu modelo de qualidade. Tais objetivos estão relacionados ao uso pretendido do produto de software e aos riscos associados. Podem ser considerados pontos de vista diferentes de vários usuários do produto, tais como: adquirente, fornecedor, desenvolvedor, operador ou mantenedor do produto. A especificação genérica das características de qualidade, incluindo a relação entre as subcaracterísticas e as métricas, os requisitos de qualidade para avaliação podem estabelecer níveis para as características de qualidade selecionadas. Os níveis de avaliação são relacionados com os níveis de integridade de software como definido na Norma Internacional ISO/IEC 15026 Information technology - System and software integrity levels [1998].

Com o evoluir do comércio eletrônico e da sociedade da informação, a privacidade é também uma grande preocupação, assim, Confidencialidade, Integridade e Disponibilidade [NBR ISO/IEC 17799:2005] representam as características que, devem ser desdobradas até que se obtenha um atributo que possa ser medido. Neste aspecto ainda existem melhoria a serem realizadas.

A norma ISO/IEC 27001 - Information Security Management Systems - Requirements [2005] é uma norma que trata da segurança na corporação. Essa norma contém sugestões para controles de segurança, por exemplo, perímetro de segurança física, que sugere áreas de segurança (security officer, gestor, diretor, entre outras) onde devem existir proteções como barreiras lógicas ou físicas. Sendo esse enfoque muito abrangente, pode acontecer que várias interpretações sejam apreciadas. Nesse momento é que entra a norma ISO/IEC 17799 - Code of practice for information security management [2005], contendo os controles.

Essas normas não foram construídas para serem complementares, portanto seus controles não são co-relacionados, podendo até mesmo ter diferentes interpretações.

A série ISO/IEC 15408 – Information technology – Security techniques – Evaluation criteria for IT security, surgiu do grupo responsável pelo Common Criteria [2010] que tem como foco a segurança lógica das aplicações e o desenvolvimento de aplicações seguras, ela define um método para avaliação da segurança de ambientes de desenvolvimento de sistemas.

A parte ISO / IEC 15408-1 estabelece os conceitos gerais e os princípios da avaliação de segurança e TI, especifica o modelo geral de avaliação e a sua totalidade é feita para ser usada como base para avaliação das propriedades de segurança de produtos de TI. Ela estabelece o conceito "alvo de avaliação" (Target Of Evaluation - TOE), que define o contexto de avaliação

3. Avaliação da Segurança da Informação

Segurança é um requisito de qualidade implícito além de ser uma preocupação gerencial da organização e deve estar no planejamento estratégico da mesma. As normas que tem relacionamento com segurança e também a norma específica que define um processo de avaliação [NBR ISO/IEC 14598-5, 1998] serão estudadas para o enfoque em questão. Esse aspecto está coberto, ainda que não completo pela norma ISO/IEC 27001 [2005].

Com esses conceitos em mente, fica mais fácil entender as diferenças (ou semelhanças) entre essas normas. A ISO/IEC 27001 pode ser utilizada para certificação de sistemas, e não a certificação ISO/IEC 17799, isso indica uma nova tendência das normas ISO, que é a convergência em um ponto, resultado de várias interseções assim como entre outras normas. Um serviço de auditoria não pode deixar de utilizar a ISO/IEC 17799, pois ela é uma referência dos controles a serem utilizados.

A norma NBR ISO/IEC 14598-5 [2002] apresenta níveis de avaliação que são relacionados, por um lado, com a importância dada pelo requisitante a uma característica específica. Convém que o nível escolhido seja significativo com relação ao uso pretendido e ao ambiente do produto de software (por exemplo, condições de segurança, restrições de segurança de acesso, riscos econômicos, restrições de aplicação). Por outro lado, um nível de avaliação define a profundidade ou a extensão da avaliação em termos de técnicas de avaliação a serem aplicadas e de resultados de avaliação a serem alcançados. Como consequência, avaliação em diferentes níveis fornece diferentes níveis de confiança na qualidade do produto de software.

Os Critérios Comuns [15408, 2005] estabelecem então um conjunto de requisitos para definir as funções de segurança dos produtos e sistemas de TI e dos critérios para avaliar sua segurança. O processo de avaliação, realizado segundo o prescrito nos Critérios Comuns, garante que as funções de segurança de tais produtos e sistemas reúnem os requisitos declarados. Assim, os clientes podem especificar a funcionalidade de segurança de um produto em termos de perfis de proteção padrões e de forma independente selecionar o nível de confiança na avaliação de um conjunto definido por 7 níveis, desde o EAL1 ao EAL7.

Esta proposta de pesquisa tem como objetivo geral propor um modelo de qualidade, com base nas referências citadas anteriormente, que engloba a especificação e avaliação de requisitos de qualidade para segurança de software atuando na fase de execução da aplicação e tendo como objetivo final diminuir os riscos de vulnerabilidades em sistemas de software.

4. Proposta e Conclusão

Com intuito de ajudar na melhoria da segurança dos sistemas de informação, apresenta-se uma metodologia para avaliar a segurança da aplicação de software com o objetivo de identificação de vulnerabilidades em aplicações para ser usada para aumentar a confiança da segurança. Um exame sistemático exige um processo de avaliação que seja responsável por fornecer passos a serem seguidos por

quem for avaliar a qualidade do produto de software. Um processo de avaliação para esse exame sistemático pode ser encontrado na série NBR ISO/IEC 14598. O processo de avaliação proposto pode ser usado para avaliar produtos já existentes ou produtos intermediários, isto é, em desenvolvimento. Seguindo a definição do processo de avaliação de acordo com a NBR ISO/IEC 14598-1 [2002] e a metodologia de identificar e avaliar vulnerabilidades do software [Barbato, 2009] apresenta-se um processo de avaliação do aplicativo de software com foco na segurança, são quatro as fases descritas a seguir:

Para estabelecer os requisitos de avaliação é preciso estabelecer o que se quer avaliar e o que se quer como resultado da avaliação. Vários pontos de vista podem ser considerados, dependendo dos diferentes interessados no produto, tais como comprador, fornecedor, usuário, desenvolvedor e operador; devem ser descritos os objetivos e os requisitos da avaliação que dependem da necessidade do solicitante da avaliação. O requisitante da avaliação e o coordenador da avaliação têm atuação essencial nesta fase, para que, juntos, possam consolidar os requisitos da avaliação e esclarecer o resultado da avaliação a ser obtido. Nesta fase do processo de avaliação, estão previstas as seguintes atividades: Estabelecer o propósito da avaliação; Identificar o tipo de produto a ser avaliado e Especificar o modelo de qualidade para segurança, contendo requisitos como os exemplos: requisitos de verificação da autenticação, gestão da seção, controle de acesso, validação de entrada e de saída, proteção de dados, entre outros.

O objetivo da especificação da avaliação é definir o escopo, as medidas a serem utilizadas na avaliação e estabelecer suas respectivas pontuações, para serem apresentadas como resultado da avaliação. O coordenador da avaliação e o profissional com conhecimentos estatísticos têm atuação essencial nesta fase, pois será necessário converter as medidas obtidas numa escala numérica normalizada. Nesta fase do processo de avaliação, estão previstas as seguintes atividades: Selecionar medidas; Estabelecer níveis de pontuação para as medidas e Estabelecer critérios para julgamento, como exemplo os níveis de avaliação adotados no projeto OWASP-ASVS e os componentes de avaliação de segurança do Common Criteria. O nível de detalhes na especificação da avaliação deverá ser tal que, na sua base, a avaliação seja objetiva, repetível, reprodutível e imparcial.

O objetivo da fase “projetar a avaliação” é produzir o plano de avaliação, documentar os procedimentos a serem usados pelo avaliador, para executar as medidas especificadas na fase anterior. Esse plano informa qual método de avaliação será utilizado, com instruções de como utilizá-lo, e especifica os recursos necessários, juntamente com o cronograma das ações, para o avaliador. O plano de avaliação deve conter, explicar e definir o método de avaliação, para que o avaliador possa executar a avaliação completamente e possíveis ferramentas de auxilio a identificação de vulnerabilidades.

Na fase executar a avaliação, o avaliador utilizará tudo o que foi preparado nas fases anteriores, e estão previstas as seguintes atividades: Obter as medidas; Comparar com critérios, onde será útil um pacote estatístico e finalmente julgar os resultados. Durante a execução da avaliação, o avaliador deve coletar e registrar todas as evidencias dos resultados obtidos durante a avaliação. Essas evidências farão parte do relatório de avaliação que será analisado pelo comitê de julgamento e após o consenso da avaliação dos resultados obtidos, um relatório final será elaborado e entregue ao solicitante da avaliação. A Tabela 3 resume algumas peculiaridades do processo de avaliação.

As próximas etapas desse trabalho serão tratadas as medidas externas para ser detalhada a lista de verificação para avaliação da segurança de aplicativos de software, considerando a identificação de vulnerabilidades do aplicativo de software em execução.

Agradecimentos

Agradeço muito ao CTI, ao Programa PIBIC e à minha orientadora pela oportunidade de exercitar pesquisa tecnológica, estou finalizando minha graduação e pude vivenciar esta rica experiência que com

certeza completou minha formação acadêmica, infelizmente surgiram outras necessidades que me fizeram tomar novas decisões de continuidade da minha vida profissional que posso dizer, já iniciou.

Muito Obrigado!

Referências

Guerra, A. C., Colombo, R. M. T.,2009. Tecnologia da Informação: Qualidade de Produto de Software, MCT/SEPIN, Brasilia.

Duarte, L. O., 2008. Desenvolvimento de um ambiente para análise de códigos-fonte com ênfase em segurança. Dissertação de Mestrado, São José dos Campos: INPE.

Joseph Blackbird, at al.2009. Symantec Global Internet Security Threat Report. Trends for 2008 Volume XIV.

ISO/IEC 25000-2005.Software Engineering -- Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Guide to SQuaRE

NBR ISO/IEC 9126-1-2003. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Tecnologia da informação – Qualidade de Produto de Software – Parte 1:Modelo de Qualidade. Rio de Janeiro.

ISO/IEC TR 9126-3-2003.. Information technology – Software product quality – Part 3: Internal metrics. Genebra.

ISO/IEC 27001-2005 Information technology – Security Techniques–Information Security Management Systems – Requirements.

ISO/IEC 15026 -1998. Information technology --System and software integrity levels.

NBR ISO/ IEC 17799 -2005. Tecnologia de Informação – Técnicas de Segurança – Código de prática para a gestão da segurança da informação.

NBR ISO 14598-1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR ISO/IEC 14598-1 Tecnologia de Informação – Avaliação de produto de Software – Parte 1: Visão geral. Rio de Janeiro ABNT, 2002. 28 pp. (versão brasileira da Norma ISO/IEC 14598-1, 1999).

NBR ISO 14598-5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR ISO/IEC 14598-5 Tecnologia de Informação – Avaliação de produto de Software – Parte 5: Processo para avaliadores. Rio de Janeiro ABNT, 2002. 28 pp.(versão brasileira da Norma ISO/IEC 14598-5, 1998)

ISO 15408-1, ISO/IEC 15408-1:2005. Information technology — Security techniques — Evaluation criteria for IT security — Part 1: Introduction and general model, International Standards Organization, Geneva, 2005.

http://www.commoncriteriaportal.org/cc/, acesso em outubro de 2010

ANÁLISE VISUAL DE COMPORTAMENTO DE CÓDIGO MALICIOSO

Alexandre Or Cansian Baruque[1,2],+, André Ricardo Abed Grégio[1], Paulo Lício de Geus[2]
[1]Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI)
[2]Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
+Bolsista do CNPq – Brasil
orcansian@gmail.com, argregio@cti.gov.br, paulo@las.ic.unicamp.br

Abstract

Malware attacks are a major threat to computer systems. To develop counter-measures, it is necessary to understand the behavior presented by malware, i.e., the actions performed in the targets. Dynamic analysis systems are used to trace malware behaviors, but they generate a massive amount of data that can confuse the analyst. Visualization techniques can be applied to these data to identify useful patterns and help in the analysis process. In this paper, we propose a visual and interactive tool to analyze malware behavior.

Resumo

Ataques por programas maliciosos constituem uma das principais ameaças aos sistemas computacionais atuais. Para criar contra-medidas, é necessário entender o comportamento destes programas, isto é, as ações realizadas nos alvos. Sistemas de análise dinâmica existem para traçar tais comportamentos, mas geram muitos dados textuais que podem confundir o analista. Técnicas de visualização podem ser utilizadas na tentativa de se identificar padrões que sirvam no auxílio à análise, possibilitando a descoberta de informações úteis. Neste artigo, apresenta-se uma ferramenta interativa e visual para análise de comportamento de código malicioso.

Palavras chave: Programas maliciosos; Técnicas de visualização; Segurança computacional

1. Introdução

Programas maliciosos constituem uma grande ameaça aos usuários de sistemas computacionais. Também conhecidos como malware, esses programas englobam os vírus, worms, cavalos-de-tróia etc., e podem infectar uma máquina através de arquivos anexos em mensagens de e-mail, do acesso à links de páginas Web servindo conteúdo malicioso e do compartilhamento de mídias contaminadas, entre outros meios. A monitoração da execução deste tipo de programa provê uma grande quantidade de informações, que devem ser analisadas de forma a produzir resultados úteis que possam auxiliar na tomada de contra-medidas. Entretanto, muitas variantes de malware surgem a cada dia, causando uma sobrecarga para os mecanismos de defesa e para os analistas de segurança.

As informações obtidas a partir das atividades efetuadas por um programa malicioso podem ser confusas para um analista e, devido à quantidade, pode ser difícil encontrar rapidamente o que é realmente relevante para o tratamento de um incidente deste tipo. Com a finalidade de facilitar a análise das ações nocivas executadas por malware, é possível se aplicar técnicas de visualização, as quais podem permitir a observação de padrões e identificação de comportamentos de ataque de maneira mais intuitiva. Nestetrabalho, é apresentada uma ferramenta interativa tridimensional para ajudar na análise das atividades que um malware efetua durante a infecção de uma máquina-alvo, a qual foi desenvolvida e testada com exemplares reais coletados.

2. Conceitos e Trabalhos Relacionados

Visualização de dados pode ser utilizada para vários objetivos visando a análise [6], tais como:

- •Exploração,naqualnãoháumahipótesedefinidasobreosfenômenosquepodem ocorrer nos dados analisados, envolvendo a busca visual por tendências, exceções ou estruturas visando a definição das hipóteses.
- •Confirmação, que usa dados de natureza conhecida e hipóteses sobre os fenômenos relacionados de forma a confirmá-las ou rejeitá-las, por meio de visualização. • Apresentação, onde é feita a demonstração visual dos dados, fenômenos relacionados a estes ou hipóteses, de modo a permitir sua interpretação.

Há muitas técnicas de visualização de dados, as quais variam a complexidade e generalidade desde um simples gráfico de área até o fatiamento de volumes tridimensionais. Estas técnicas podem ser agrupadas por categorias, como por exemplo, geométricas, baseadas em ícones, pixels ou grafos, hierárquicas, tridimensionais, ou que se utilizam de mapas. Muitas delas foram utilizadas em trabalhos voltadas à visualização de eventos de segurança, conforme apresentado a seguir.

Quist e Liebrock [8] aplicaram técnicas de visualização para compreender o comportamento de executáveis compilados. O framework criado por eles, VERA (Visualization of Executables for Reversing and Analysis), auxilia os analistas a terem um melhor entendimento do fluxo de execução de um executável, tornando o processo de engenharia reversa mais rápido.

Conti et al. [2] deselvolveram um sistema que facilita uma análise livre de contexto de arquivos de tipos diversos, fornecendo um rápido panorama do contexto e das estruturas internas dos arquivos. Isto é especialmente útil em um ambiente de análise forense, quando se analisa arquivos em formatos não documentados e busca-se por mensagens de texto ocultas em arquivos binários.

Trinius et al. [10] apresentam métodos visualização para aprimorar a compreensão do comportamento de malware. Em seu trabalho, é mostrado o uso de treemaps e thread graphs para mostrar as ações de um executável e classificar seu comportamento como malicioso.

O framework DEViSE [9] (Data Exchange for Visualizing Security Events) permite ao analista um meio de passar dados de uma ferramenta para outra, obtendo assim uma compreensão maior dos dados ao agregar mais informações extraídas de várias origens.

Existem diversas ferramentas que fazem uso da visualização para fins de análise voltada à segurança, cada uma delas utilizando uma abordagem própria das técnicas, com vantagens e desvantagens de acordo com a situação em que é utilizada. Como visto, há também muita pesquisa na tentativa de superar as dificuldades causadas pela grande quantidade de dados presentes em dados de eventos de segurança.

A principal limitação dos trabalhos nesta área é que parte da pesquisa não é aberta ao público, as ferramentas muitas vezes não são interativas ou intuitivas o suficiente, e a interpretação pode ser muito complexa, tirando a vantagem trazida pela visualização. Um dos obtivos do trabalho proposto neste artigo é superar algumas destas limitações, provendo interatividade e utilizando técnicas de visualização tridimensionais e baseadas em ícones a fim de produzir um resultado mais compreensível.

Por exemplo, em um dos trabalhos já citados [10], é proposta a visualização de comportamentos de malware através de treemaps, mostrando a frequência e distribuição das ações maliciosas capturadas.Entretanto, ainda existe o excesso de dados e a falta de interatividade.Para resolver o primeiro problema, a proposta deste artigo é visualizar apenas as ações que causam mudanças em um sistema alvo. Quanto ao segundo, foi proposto um gráfico de comportamento em espiral, representando todas essas atividades escolhidas de forma temporal e que pode ser aumentado, rotacionado e ter ícones específicos selecionados de forma a detalhar a ação. Estas características serão explicadas na seção a seguir.

3. Descrição da ferramenta

A ferramenta de visualização proposta tem como objetivo principal receber um arquivo de comportamento e exibir as informações contidas nele de uma forma interativa por meio de um gráfico em três dimensões no formato de uma espiral como visto na Figura 1. A visualização gráfica em espiral permite uma análise interativa e mais compreensível de dados complexos.

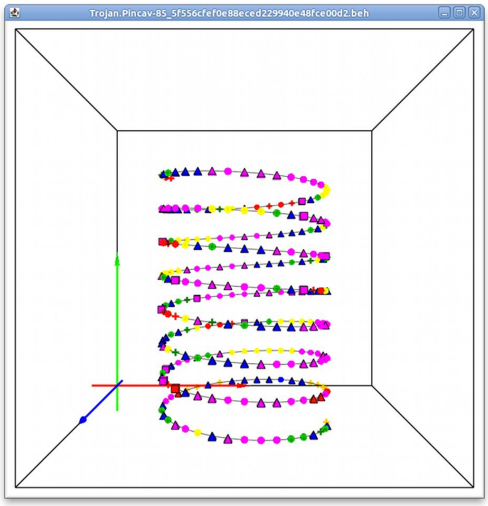


Fig. 1: Visão geral do gráfico em espiral

Nota-se que, devido à forma ser em espiral, esta ferramenta visual permite a interpretação de uma grande quantidade de informações, o que seria muito mais difícil através da análise manual, sem o auxílio de software de análise específico. Um outro ponto para a escolha visual é poder comparar rapidamente os padrões presentes em comportamentos distintos. Caso a apresentação fosse por linhas retas, quebradas por colunas (como mostrado em [3], pequenas variações nas ações poderiam gerar gráficos bem diferentes para comportamentos muito similares, o que é indesejável na análise de malware.

Dentre as principais características da ferramenta, destacam-se:

- A capacidade de manipular livremente o posicionamento da câmera para obter uma melhor visão de uma determinada área do gráfico.
- A possibilidade de destacar pontos relevantes do gráfico.
- A flexibilidade em aceitar como entrada diversos tipos arquivos de entrada através da configuração adequada dos parâmetros.
- A facilidade em personalizar características do gráfico criado, como por exemplo o raio da espiral.

3.1. Arquitetura

A arquitetura da ferramenta é dividida em dois módulos: Módulo GUI e o Módulo Visualização. O usuário interage com o Módulo GUI, e este por sua vez encaminha as escolhas do usuário para o Módulo Visualização, que cuida da apresentação dos resultados.

3.2. Módulo GUI

O Módulo GUI é uma interface gráfica, conforme pode ser visto na Figura 2, que foi criada através do uso da biblioteca Swing da linguagem Java. Através do uso desta interface, o usuário fornece as informações a respeito da formatação dos arquivos (logs) a serem analisados, bem como determina qual será a representação gráfica das palavras-chave presentes nestes logs que serão criadas pelo Módulo Visualização. A vantagem do uso deste Módulo se dá na flexibilidade da interpretação dos arquivos de logs genéricos,

proporcionando uma melhor filtragem da palavra-chave de interesse, pois somente serão visualizadas na espiral as formas geométricas e cores relacionadas às palavras-chave indicadas pelos usuários. Tanto o formato esperado de um arquivo de comportamento, quanto uma explicação melhor a respeito das palavras-chave estão na Seção 3.3.1.

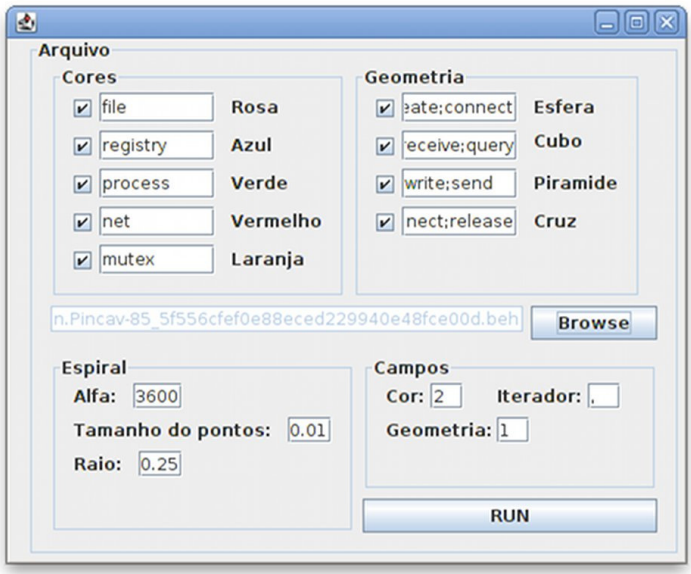


Fig. 2: Interface gráfica criada pelo Módulo GUI

3.3. Módulo Visualização

O Módulo Visualização utiliza-se da biblioteca j3d do Java. Esta biblioteca foi escolhida por permitir um rápido desenvolvimento do Módulo, e também por facilitar a implementação da computação gráfica, que por sua vez gera o ambiente em 3D, exibindo assim o gráfico para o usuário.

Ao ser iniciado, o Módulo Visualização executa as seguintes tarefas: recebe os parâmetros do Módulo GUI, cria a cena, renderiza a cena e exibe a imagem do gráfico. A seguir são detalhados os mecanismos que permitem a execução destas tarefas.

3.3.1. Estrutura do arquivo de entrada

A Figura 3 exemplifica uma linha de um arquivo de entrada válido, no qual o caracter separador é o ";", open é a primeira palavra-chave e process a segunda. Estas palavras referem-se, respectivamente, à cor e à forma geométrica. Vale lembrar que a posição das palavras-chave e o caracter separador são escolhidas pelo usuário no Módulo GUI.

```
%HOMEPATH%\desktop\malware.exe;open;process;proc.exe
```

Fig. 3: Exemplo de uma linha de um arquivo log válido

Cada ponto no gráfico é composto simultaneamente por uma cor e uma forma geométrica. A cor corresponde a uma palavra-chave e a forma a outra palavra-chave. Portanto, é necessário que cada linha do arquivo log contenha duas palavras-chave para que a composição gráfica seja feita corretamente.

As palavras-chave, no caso específico deste trabalho, são as ações (criar, escrever, remover) e os tipos de subsistema influenciados por estas (arquivo, registros, processos) quando da atividade de um programa malicioso. A Tabela 1 mostra as ações, seus tipos e os respectivos ícones (formas geométricas) e cores que

representam tais informações.

Tab. 1: Ações, tipos possíveis de visualização e ícones que as representam.

Action / Type	MUTEX	FILE	PROC	REG	NET
READ					
QUERY					
RECEIVE					
WRITE					
SEND					
CONNECT					
CREATE					
DISCONNECT					
DELETE					
TERMINATE					
RELEASE					

3.3.2. Adição de um ponto no gráfico da cena

A biblioteca j3d possui algumas poucas fomas geométricas nativas, entre elas o cubo e a esfera. Portanto, para tornar possível o uso de formas não nativas foram criado vários métodos que encapsulam a criação de formas complexas (tais como, a pirâmide e o asterisco utilizados neste artigo) a partir da composição de retas e planos. Além disso, também foi criado um método que encapsula a criação de um objeto “ponto” a partir de uma cor e uma forma geométrica definida.

Com o intuito de facilitar o gerenciamento das informações pelo Módulo Visualização foi criado o objeto “ponto” mecionado, o qual contém todas as informações relevantes a um ponto do gráfico, tais como a cor, a forma geométrica e a linha correspondente do arquivo de entrada. Para definir em qual posição (x, y, z) um ponto será inserido, utilizam-se as fórmulas $x = \cos(\alpha y)$e $z = \sin(\alpha y)$.

Observa-se que uma vez definida a coordenada “y”, o resto do vetor posição (x,y,z) também estará definido. A coordenada “y” depende de dois fatores: a linha na qual o ponto corresponde e a constante “α”.

Um ponto referente à enésima linha do arquivo possui a coordenada “y” definida pela fórmula $y = 10n/\alpha$, na qual “α” é uma constante escolhida pelo usuário no Módulo GUI, e “n” é o número da linha a qual o ponto se refere.

3.3.3. Criação da cena

Durante o método de criação da cena, cada linha do arquivo de entrada é percorrida. Caso o método encontre um par de palavras-chave, este adiciona um ponto correspondente no gráfico da cena, como já descrito na Seção 3.3.2. Em seguida, são adicionados ao gráfico os detalhes, isto é, os eixos e a curva da espiral.

3.3.4. Renderização da cena

A renderização é o processamento das informações providas na cena para gerar, de fato, a imagem visível ao usuário. A renderização é feita quase que integralmente pelos métodos nativos da biblioteca j3d, com exceção de duas classes customizadas: a classe CanvasOverlay e a classe MouseBehavior.

A classe CanvasOverlay estende a classe nativa Canvas, e tem como objetivo implementar a capacidade

de se escrever texto sobre a camada do plano principal (canvas). Isto é feito para mostrar ao usuário informações adicionais sobre um ponto específico no gráfico, conforme ilustrado na Figura 4.

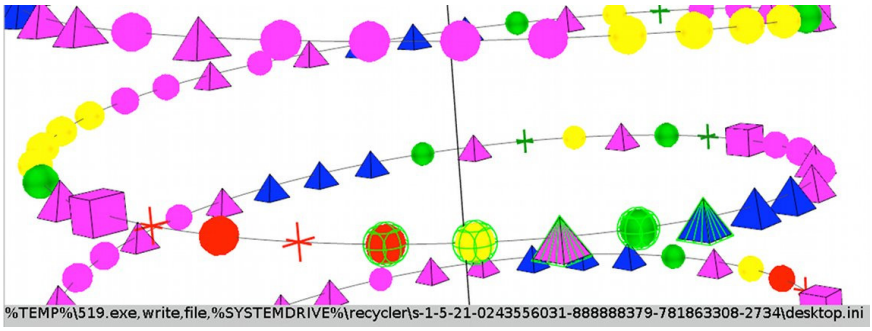


Fig. 4: Detalhes das marcações nos pontos (grade verde) e texto inserido através da classe CanvasOverlay.

A classe MouseBehavior estende a classe nativa Behavior e tem como objetivo adicionar ao Módulo Visualização a capacidade de reconhecer comandos do mouse diretamente sobre a tela, como a posição e o clique do mouse sobre o canvas.

Com a classe MouseBehavior é possível controlar a câmera com o mouse e também criar marcações para destacar pontos do gráfico (Figura 4). As marcações são criadas por métodos implementados dentro da classe MouseBehavior.Assim, quando for detectado um clique do mouse sobre algum ponto do gráfico, este método irá adicionar ou remover, alternadamente, a marcação correspondente ao ponto.

4. Testes e Resultados

A representação de comportamentos maliciosos envolve diversas categorias ações e tipos, para os quais foram definidos cores e formas geométricas, com a finalidade de facilitar sua identificação e representação (vide Tabela 1).

Através do módulo GUI, é possível filtrar as facetas do comportamento que se deseja visualizar. Por exemplo, supondo que o usuário deseje verificar apenas as atividades relacionadas à processos (criação e finalização), este deve escolher somente a caixa de seleção “process”, determinado pela cor verde na Figura 2, desmarcando as outras. Isto faz com que a espiral produzida contenha apenas o tipo de informação selecionada, permitindo uma análise mais detalhada, conforme pode-se observar na Figura 5.

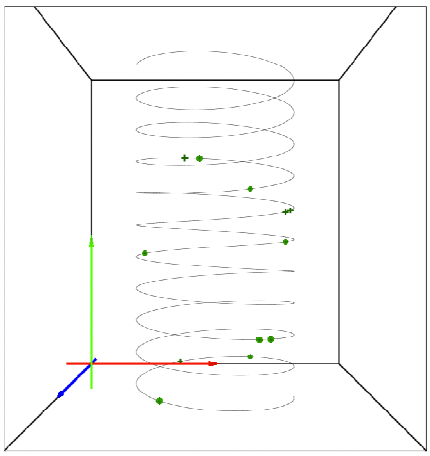


Fig. 5: Espiral gerada através da seleção, no módulo GUI, de visualização filtrada por atividades relacionadas aos processos presentes no comportamento

Para fins de teste, foram obtidos os comportamentos de mais de 400 exemplares de malware coletados pela arquitetura apresentada em [4]. Estes exemplares foram submetidos a um sistema de análise dinâmica de malware [5], para que fossem extraídos os perfis comportamentais. Os arquivos com comportamentos foram utilizados na geração das espirais, através da ferramenta desenvolvida apresentada neste artigo. É interessante notar que exemplares identificados pelo antivírus ClamAV [1] como pertencentes à família "Allaple" apresentam padrões similares, mesmo quando o comportamento é incompleto. Isto pode ser observado na Figura 6.

Dado que mesmo uma família denominada por um mecanismo de antivírus pode ter variantes diversificadas em diferentes grupos internos, ou sub-famílias, a análise dessas diferenças é um processo relevante na compreensão das atividades maliciosas. Por exemplo, a família de worms anteriormente mencionada, conhecida como "Allaple" é bastante popular, contém dezenas de variantes e ainda está em atividade. Os exemplares se caracterizam por realizar atividades de varredura em redes visando atacar outros sistemas e se disseminar.

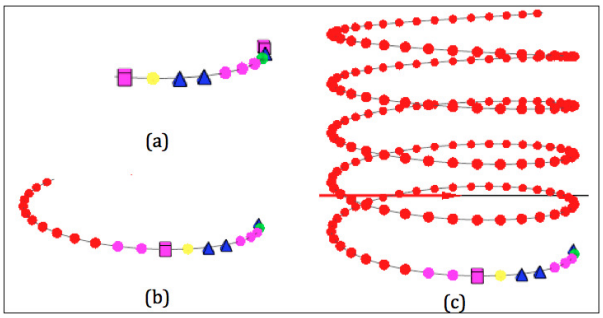


Fig. 6: Comportamento de três exemplares da família "Allaple". Em (a), o malware parou sua execução antes de gerar tráfego de rede; em (b), pode-se notar a presença de algum tráfego enquanto que em (c), atividades de rede ocorreram em grande quantidade

Entretanto, podem haver mudanças no comportamento que levem à atividades mais sofisticadas, como downloads ou obtenção de informações sobre as máquinas sondadas em uma varredura. Na Figura 7 é mostrada uma variante de "Allaple" cujo comportamento difere visivelmente das variantes da Figura 6, indicando uma possível sub-família. Além disso, pode-se notar uma alternância entre as atividade de conexão com a rede e criação de arquivos, representadas por esferas vermelhas e rosas, respectivamente.

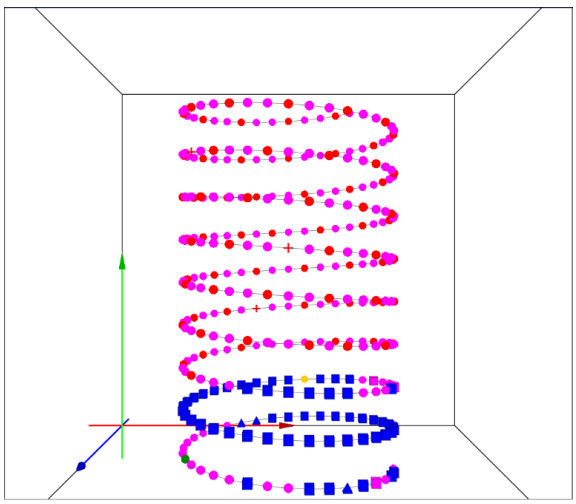
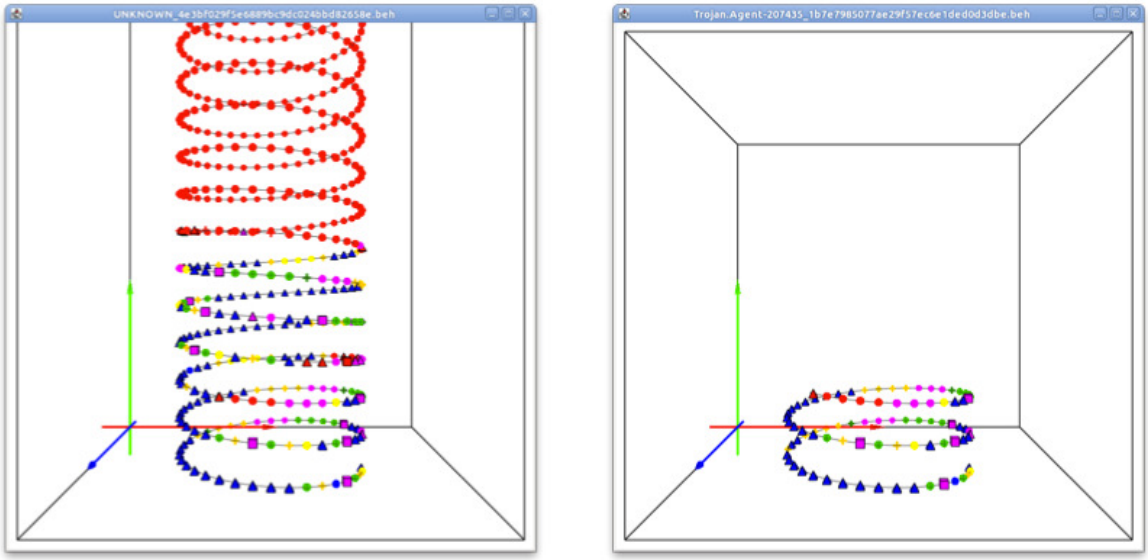


Fig. 7: Variante de exemplar de malware da família "Allaple", cujo comportamento predominante envolve a

alternância entre as atividades de conexões de rede (esferas vermelhas) e criação de arquivos (esferas rosas)

Em um outro caso, foi possível classificar um exemplar não identificado pela semelhança com a espiral de um cavalo-de-tróia conhecido (identificado pelo ClamAV como uma variante de Trojan.Agent), conforme mostrado na Figura 8. Isto mostra que, visualmente, foi possível detectar um comportamento de um programa até então classificado como inofensivo por um mecanismo antivírus, como sendo malicioso. É interessante notar que o comportamento do programa desconhecido contém mais ações do que as do identificado como um trojan, inclusive atividades de rede diversas.



(a) Exemplar não identificado. (b) *Trojan.Agent*

Fig. 8: Exemplar não identificado pelo antivírus ClamAV (a), cujo comportamento inicial é similar ao de um cavalo-de-tróia da classe “Agent” (b)

5. Conclusão

Devido ao problema causado pelos programas maliciosos em sistemas de computadores e redes, é necessário criar meios que facilitem a compreensão da atuação destes e a tomadade medidas de proteção. Técnicas de visualização podem ser aplicadas com sucesso no auxilio à análise de comportamento malicioso, pois permitem que se veja padrões que poderiam estar ocultos em uma massa muito grande de informações textuais.

Com a finalidade de ajudar na análise de malware, foi desenvolvida uma ferramenta para visualização de comportamento de execução de programas a qual é também interativa, permitindo a um usuário ou analista de segurança a verificação das atividades de forma detalhada e informativa. Esta ferramenta utiliza-se de tecnologias tridimensionais providas por pacotes em Java e apresenta os dados dispostos sob a forma de uma espiral.

Para validar a ferramenta, foram feitos testes que produziram mais de 400 espirais de programas maliciosos e permitiram identificar, visualmente, padrões comuns em famílias (tornando possível seu agrupamento e classificação posterior). Além disso, mostrouse que é possível associar programas maliciosos não identificados à malware que já é conhecido.Como trabalho futuro, propõe-se uma extensão que permita abrir e manipular diversos arquivos de comportamentos ao mesmo tempo, possibilitando a comparação em paralelo mais rápida de várias instâncias de malware.

A fim de disseminar o conhecimento científico e prover transparência, uma versão “beta” da ferramenta está disponível em [7], bem como as figuras de todas as espirais geradas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento deste trabalho através de bolsa PIBIC para Alexandre Baruque, processo 104693/2010-0.

Referências

[1] Clam antivirus. http://www.clamav.net.

[2] G. Conti, E. Dean, M. Sinda and B. Sangster. Visual Reverse Engineering of Binary and Data Files.Proceedings of the 5th international workshop on Visualization for Computer Security(VizSec), 2008, pp. 1-17.

[3] S. G. Eick, J. L. Steffen and E. E. Sumner, Jr. Seesoft—A Tool for Visualizing Line Oriented Software Statistics. In IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 18, no. 11, pp. 957-968, 1992.

[4] A. R. A. Grégio, I. L. Oliveira, R. D. C. dos Santos, A. M. Cansian and P. L. de Geus. Malware distributed collection and pre-classification system using honeypot technology. Proceedings of SPIE , vol. 7344, pp. 73440B-73440B-10, 2009.

[5] D. S. Fernandes Filho, V. M. Afonso, A. R. A. Grégio, R. D. C. dos Santos, M. Jino and P. L. de Geus. Análise Comportamental de Código Malicioso através da Monitoração de Chamadas de Sistema e Tráfego de Rede.Anais do X Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais (SBSeg), pp. 311-324, 2010.

[6] D. Keim. Visual Data Mining, Tutorial.In 23rd International Conference on Very Large Data Bases (VLDB ’97), 1997.Visitado em Agosto de 2011.

[7] Malicious Behavior Spiral. http://www.las.ic.unicamp.br/~gregio/mbs

[8] D. Quist and L. Liebrock. Visualizing Compiled Executables for Malware Analysis. Pro□ceedings of the Workshop on Visualization for Cyber Security, 2009, pp. 27-32.

[9] H. Read, K. Xynos and A. Blyth. Presenting DEViSE: Data Exchange for Visualizing Security Events. IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 29,pp. 6-11, 2009.

[10] P. Trinius, T. Holz, J. Gobel and F. C. Freiling. Visual analysis of malware behavior using treemaps and thread graphs.International Workshop on Visualization for Cyber Security(VizSec), 2009, pp. 33-38.

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA GESTÃO AMBIENTAL NO SETOR DE AGRONEGÓCIOS: O CASO DAS EMBALAGENS RETORNÁVEIS

Márcia Correa de Carvalho; Marcius Fabius Henriques de Carvalho
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Tecnologias de Suporte à Decisão (DTSD)
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
marcia.feagri@gmail.com.br; marcius.carvalho@cti.gov.br

RESUMO:

Esse artigo aborda uma pesquisa teórica que investigou artigos, teses dissertações e documentos publicados com o objetivo de estudar uma das vertentes do desenvolvimento sustentável que é a análise de fatores que influenciam a implementação eficiente da logística reversa de embalagens vazias de agrotóxico no Brasil.

Palavras chave: Logística reversa, desenvolvimento sustentável, gestão ambiental, agronegócio, responsabilidade social.

1. Introdução

Dentre as muitas definições apresentadas na literatura para a gestão ambiental, destaca-se aquela adotada por NILSSON (1998):

"Gestão ambiental envolve planejamento, organização, e orienta a empresa a alcançar metas [ambientais] especificas, em uma analogia, por exemplo, com o que ocorre com a gestão de qualidade. Um aspecto relevante da gestão ambiental é que sua introdução requer decisões nos níveis mais elevados da administração e, portanto, envia uma clara mensagem à organização de que se trata de um compromisso corporativo". (NILSSON, 1998:134).

A responsabilidade social das empresas tem-se tornado um dos temas da gestão empresarial mais debatido e propagado, constituindo uma variável importante na estratégia competitiva das empresas e na avaliação do seu desempenho. As empresas estão tendo de competir num ambiente de negócios cada vez mais complexos, no qual, não e mais suficiente oferecer qualidade e preço competitivo, não e mais suficiente obedecer às leis e pagar impostos. As companhias de sucesso serão cada vez mais pressionadas para olhar o impacto de suas operações e, cuidadosamente, verificar os impactos de suas políticas e ações em seus empregados, clientes, comunidades, e na sociedade como um todo.

A busca de oportunidades estratégicas e a elaboração de políticas ambientais proativas são centrais para a gestão ambiental em organizações industriais. Nesta fase, algumas características se destacariam: a) a introdução progressiva de uma perspectiva de sustentabilidade; b) a proliferação dos engajamentos coletivos – como os códigos de conduta, os convênios e os acordos voluntários; c) a maior interação entre as esferas pública e privada – com a participação dessas organizações na formulação de objetivos e na escolha de instrumentos de política ambiental; d) o maior envolvimento da sociedade civil organizada – como, por exemplo, por meio das Organizações Não-Governamentais. Uma questão é como as empresas do setor agrícola tratam este tema e que fatores as incentivam a iniciativas nesta área de meio ambiente?

O agronegócio pode assumir uma importância relevante, não só para a produção de alimentos, mas também para o fornecimento de matérias-primas essenciais para as diferentes indústrias, e como forma de

proteger e aumentar sua produtividade faz uso de agrotóxico. Embora o Brasil não seja um dos grandes consumidores deste insumo por hectare cultivado, a reciclagem das embalagens, através de um processo de logística reversa, é uma tarefa necessária e importante.

Este trabalho objetiva discutir, diante da perspectiva voltada à preocupação ambiental, alguns pressupostos básicos que condicionam o estabelecimento de mecanismos coletores e receptores de embalagens, bem como relacionar as dificuldades enfrentadas por agentes desse processo para o estabelecimento de estratégias para a coleta de embalagens de agrotóxicos vazias por meio da Logística Reversa.

2. Referencial Teórico

2.1. O Conceito De Logística Reversa

Usualmente a logística é entendida como o gerenciamento do fluxo de materiais, estoque em processo de fabricação, produtos acabados, distribuição e informações, desde a origem da matéria-prima até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes (BALLOU, 2001; ROGERS,2004).

O aumento da competitividade evidenciado especialmente pelos processos de globalização e integração dos mercados tem contribuído para que as organizações busquem cada vez mais alternativas de gestão que possam torná-las aptas a competir em um cenário de constantes mudanças. Uma destas alternativas é a filosofia de gerenciamento responsável, focada em estratégias e operações que estimulem a preservação do meio ambiente e neste caminho têm se deparado com a necessidade de realizar um processo inverso, desde o cliente até o fornecedor, que recebeu a denominação de “logística reversa”, para o balanceamento de estoques em redes de distribuição, atendimento de retornos de produtos em garantia ou descarte adequado de produtos.

O processo de logística reversa depende do material e do motivo pelo qual ele retorna ao sistema produtivo. O tipo de material pode ser dividido em dois grandes grupos: produtos e embalagens. No caso de produtos, os fluxos de logística reversa podem ser dados pela necessidade de reparo, reciclagem ou porque, simplesmente, os clientes os devolvem. Percentual de devolução de produtos pelos clientes, mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Devolução de produtos (Fonte: Lacerda, 2004)

Indústria	Percentual de devolução
Vendas por catálogo	18 - 35%
Computadores	10 - 20%
Impressoras	4 - 8%
Peças automotivas	4 - 6%
Produtos eletrônicos	4 - 5%

Observa-se que o percentual de retorno de produtos varia por indústria e que, em algumas delas, como nas vendas por catálogo e internet, o gerenciamento eficiente do fluxo reverso é fundamental para o negócio. De acordo com Lacerda (2004), o fluxo reverso de produtos também tem sido utilizado como forma de administração de estoques, procurando-se minimizar os custos decorrentes de baixa rotatividade de determinados itens, como nos casos de produtos da indústria fonográfica e das editoras de jornais e revistas, que trabalham com grande número de itens e lançamentos. É muito alto o risco de os varejistas, ao adquirirem esses produtos, terem uma baixa rotatividade de vendas e, dessa forma, formarem estoques. Com o objetivo de incentivar a compra de todo um mix de produtos, essas empresas têm como estratégia aceitar a devolução dos itens não vendidos.

No caso de embalagens, os fluxos da logística reversa acontecem, basicamente, em função da sua reutilização ou devido a restrições legais relacionadas ao meio ambiente. Com as restrições ambientais no Brasil a decisão sobre a utilização de embalagens retornáveis ou reutilizáveis leva em consideração os fatores econômicos, quanto maior o número de vezes que se usa a embalagem retornável, menor o custo por viagem.

De acordo com Kumar e Tan (2003), alguns fatores têm forçado as empresas a assumirem a logística reversa como estratégia de gerenciamento, tais como:

a) A Legislação Ambiental brasileira procura traçar sua direção para a responsabilidade das empresas em controlar o ciclo de vida do produto e não apenas a responsabilidade de entregar o mesmo. Há diversas leis especificamente voltadas para as embalagens de agrotóxicos usadas, em especial as Leis Nº 7.802/1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Posteriormente esta lei foi alterada pela Lei Nº 9.974/2000 e regulamentada pelo Decreto Nº 4.074/2002. Outros textos legais importantes sobre esta matéria são o Decreto Nº 3.550/2000, as diversas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, além de leis estaduais;

b) Legislação governamental – a legislação disciplina a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos e determina as responsabilidades para o agricultor, o revendedor, o fabricante, e para o governo, na questão de educação e comunicação. O não cumprimento dessas responsabilidades poderá implicar penalidades previstas na legislação específica e na Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605 de 13.02.98), como multas e até pena de reclusão;

c) Ciclo de vida dos produtos – a logística reversa deve ser considerada dentro de um conceito mais amplo, que é o do ciclo de vida do produto, o qual, do ponto de vista logístico, não termina com sua entrega ao cliente. Os produtos se tornam obsoletos, podem ser danificados ou não funcionar e devem retornar ao seu ponto de origem para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados. Do ponto de vista financeiro, além dos custos de compra de matéria prima, de produção, de armazenagem e estocagem, o ciclo de vida de um produto inclui também outros custos, que estão relacionados a todo o gerenciamento do seu fluxo reverso;

d) Novos canais de distribuição – novos canais de distribuição, como o ecommerce, têm sido explorados para servir melhor e mais rapidamente os clientes. Esses novos canais de distribuição diretos devem se preparar para gerenciar uma rede de logística reversa à medida que a comercialização se torna globalizada. Para gerenciar o produto que não chega em boas condições ao consumidor será necessária uma logística reversa, para atender adequadamente o cliente;

e) Forças de mercado – os varejistas acreditam que os clientes valorizam as empresas que possuem políticas mais liberais de retorno de produtos. Essa é uma vantagem percebida, e, nesse contexto, os fornecedores ou varejistas assumem os riscos pela existência de produtos danificados. Isso envolve, é claro, uma estrutura para recebimento, classificação e expedição de produtos retornados. É uma tendência que se reforça pela existência de legislação de defesa dos consumidores, garantindo-lhes o direito de devolução ou troca. As iniciativas relacionadas à logística reversa têm trazido consideráveis retornos para as empresas. Economia com a utilização de embalagens retornáveis ou com o reaproveitamento de materiais para produção tem trazido ganhos que estimulam a utilização da logística reversa. Além disso, os esforços em desenvolvimento e melhorias nos processos de logística reversa podem produzir também retornos consideráveis, que justificam os investimentos realizados;

f) Mudanças de forças dentro da cadeia de suprimentos – segundo Lacerda (2004), fatores como bom controle de entrada, processos padronizados e mapeados, tempo de ciclo reduzidos, sistemas de

informação, planejamento da rede logística e relações colaborativas entre clientes e fornecedores podem contribuir positivamente para o desempenho do gerenciamento logístico reverso. No contexto dos fluxos reversos existentes entre varejistas e indústrias, no qual ocorrem devoluções causadas por produtos danificados, surgem questões relacionadas ao grau de confiança entre as partes envolvidas. São comuns os conflitos relacionados à interpretação sobre de quem é a responsabilidade sobre os danos causados aos produtos. Os varejistas tendem a considerar que os danos são causados por problemas no transporte ou por defeitos de fabricação. Os fornecedores podem inferir que está havendo abuso por parte do varejista ou que é conseqüência de um mau planejamento. Em situações extremas, isso pode gerar disfunções, como a recusa em aceitar devoluções, o atraso em creditar as devoluções e a adoção de medidas de controle dispendiosas. Portanto, as práticas da logística reversa só poderão ser implementadas se as organizações envolvidas desenvolverem relações mais colaborativas.

Um aspecto que contribui para a adoção do gerenciamento da logística reversa é o aumento de consciência ecológica dos consumidores, que cobram das empresas redução dos impactos negativos de sua atividade sobre o meio ambiente. Isso gera ações de algumas empresas visando passar ao público uma imagem institucional “ecologicamente correta”. A adoção de um procedimento que se ocupa da destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos é complexa e requer a participação efetiva de todos os agentes envolvidos na fabricação: comercialização, utilização, licenciamento, fiscalização e monitoramento das atividades relacionadas com manuseio, transporte, armazenamento e processamento dessas embalagens.

O gerenciamento da logística reversa está preocupado com o retorno dos resíduos de produtos, tornando-os inertes ao meio ambiente, ou das embalagens vazias e seus acessórios para serem reciclados, retornando-os ao processo produtivo.

2.2. Desenvolvimento agrícola sustentável:

O desenvolvimento e a competitividade agrícola estão baseados na utilização de insumos para a proteção do cultivo, conhecidos como agrotóxicos e definidos como: produtos que têm a finalidade de combater pragas e doenças presentes em culturas agrícolas, tais como: pesticidas, fungicidas e herbicidas. Os agrotóxicos mais utilizados são os organo-sintéticos, cuja toxidade é considerável à saúde e persiste por vários anos nos ecossistemas (PLANETA ORGÂNICO, 2005). O Brasil, na década de 1950, iniciou a utilização de inseticidas organofosforados em substituição aos organoclorados. Os agrotóxicos organofosforados são mais tóxicos do que os organoclorados, no entanto, degradam mais rapidamente no meio ambiente e não se acumulam nos tecidos gordurosos das espécies animais. Ao contrário, os agrotóxicos organoclorados são menos tóxicos à espécie animal, porém uma vez liberado no meio ambiente, são persistentes e penetram na cadeia alimentar, podendo causar efeitos patológicos em longo prazo. O pesticida DDT (Dicloro Difenil Tricloroetano) faz parte do grupo dos organoclorados. Proibido, era utilizado no combate a pragas e formigas na agricultura. Ao contrário da agricultura ecológica na qual qualquer tipo de agrotóxico é proibido, para evitar que o seu uso possa causar morte de pequenos animais terrestres, aquáticos e desfolhamento de plantas, as monoculturas de soja, trigo e arroz utilizam-se intensivamente dos agrotóxicos. Associados à liberação do crédito bancário rural, a produção, a comercialização e o uso de agrotóxicos dependem de registros prévios no governo federal que exigem especificações, dentre elas a identificação, como a colocação nas embalagens de um rótulo, indicando com base em cores a toxicologia dos agrotóxicos. O Brasil é um país de consumo médio, equivalente a 3,2 kg de defensivos agrícolas por hectare. Um cenário da utilização de defensivos agrícolas por hectare em vários países é mostrado na Tabela 2.

O Brasil é um país de grande extensão de áreas agrícola e o seu consumo de agrotóxicos é bastante elevado, significando um número alto de embalagens utilizadas e, por conseguinte, a serem retornadas e recicladas.

Tabela 2 – Consumo de defensivos agrícolas (kg / ha), 2003 (Fonte: Sindag -2005).

País	kg / ha	País	kg / há
Holanda	17,5	Reino Unido	3,6
Bélgica	10,7	Brasil	3,2
Itália	7,6	Luxemburgo	3,1
Grécia	6,0	Espanha	2,6
Alemanha	4,4	Dinamarca	2,2
França	4,4	Portugal	1,9

3. Procedimentos Metodológicos

O objetivo principal do estudo foi mapear a prática da logística reversa para as diferentes culturas. Como objetivo intermediário procurou-se: a) identificar o retorno, em kg, das embalagens vazias; b) e identificar a área de cultivo em hectares de cultura;

A coleta dos dados deu-se por meio de fontes secundárias. Para tanto, foi realizado levantamento de legislação referente às questões de controle de embalagens, dados quantitativos de consumo de agrotóxicos, retorno de embalagens vazias, áreas de plantio e tipo de cultivo de plantações. As entidades das fontes secundárias foram o Inpev (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias), a Abiquim (Associação Brasileira da Indústria Química), o Sindag (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola), a Andef (Associação Nacional de Defesa Vegetal) e a Anvisa (Associação Nacional de Vigilância Sanitária).

A segunda parte do estudo considerou a aplicação dos conceitos e da legislação por meio de uma pesquisa realizada no município de Jales, interior do Estado de São Paulo, em que foram aplicados os questionários em representantes de cada um dos quatro agentes (produtores rurais, comerciantes, fabricantes e órgãos públicos), sendo selecionados, aleatoriamente representantes de cada agente.

3.1. Aplicação da logística reversa na recuperação de embalagens de agrotóxicos

As diversas medidas sanitárias adotadas, exigem gerenciamento responsável devido aos riscos à saúde e ao meio ambiente que elas representam. Regulamentados por legislação específica, o transporte e a armazenagem desses produtos são cuidadosamente fiscalizados pelo governo federal.

Em 1994, foram iniciadas as primeiras articulações para a adoção de uma legislação para tratar do tema do descarte de embalagens vazias de agrotóxicos. A indústria de agrotóxicos é altamente regulamentada e o lançamento de cada produto exige apresentação de relatórios de pesquisa detalhados, contendo dados e informações para os órgãos federais – Ministérios da Saúde, Agricultura e Meio Ambiente –, garantido que os mesmos são inócuos à saúde humana e ao meio ambiente. No entanto, deve-se considerar que cuidados e instruções sobre o uso e o descarte responsável das embalagens vazias desses produtos pouco ajudam quando não existe uma consciência de preservação do meio ambiente. A organização logística do processo de destinação de embalagens vazias de fitossanitários é mostrada na Figura 1.

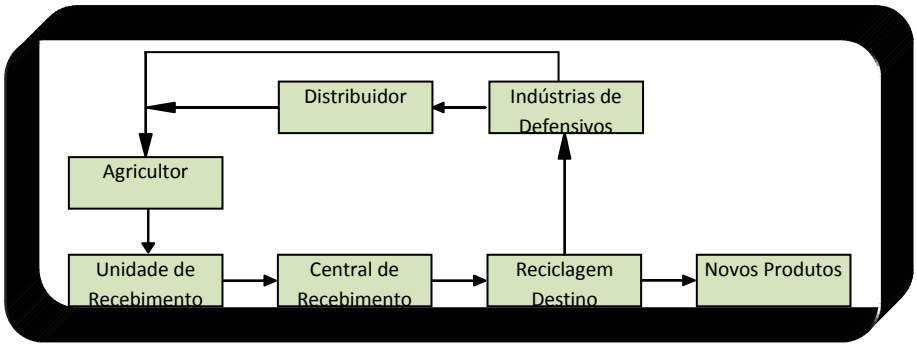


Figura 1 – Processo de logística reversa de embalagens vazias de fitossanitários.

De acordo com a extensa legislação, o impacto que as embalagens de defensivos causarem ao meio ambiente são de responsabilidade dos agentes envolvidos no processo, que são os produtores, os comerciantes (varejistas), os órgãos públicos e as empresas fabricantes, que devem dar o destino final aos produtos descartados. Cientes da necessidade em ter um órgão que dê auxilio neste processo, foi criado em 14 de dezembro de 2001 no Brasil, durante assembléia na Casa da Fazenda, o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias - InpEV, sem fins lucrativos, representando diversas associações de classes e empresas do setor agroquímico, que tem como missão gerir o processo de destinação de embalagens vazias e de fitossanitários no Brasil, além de dar apoio e orientação as indústrias, aos canais de distribuição e aos agricultores, no cumprimento das responsabilidades definidas pela legislação. Este instituto conta com a união de diversos agentes ligados ao agronegócio com o propósito de implantar um sistema ágil e eficiente de processamento de embalagens vazias de defensivos agrícolas. Sua meta é fornecer apoio logístico em nível nacional fazendo com que todos os envolvidos nesta cadeia de agronegócio contribuam de maneira efetiva, para a sustentabilidade ambiental. A legislação atribui as responsabilidades aos componentes desta cadeia, sendo que as principais são as seguintes para os produtores rurais:

- Efetuar a tríplice lavagem nas embalagens (desde que comportem tal ação e de acordo com a NBR13968 de Setembro de 1997), essa lavagem garante que o agricultor ganhe, uma vez que pode aproveitar cerca de 3% a mais do produto, que antes acabava como resíduo na embalagem. As embalagens lavadas devem ser entregues na unidade de recebimento indicada pelo revendedor no corpo da nota fiscal no prazo de um ano após a compra. As tampas das embalagens devem ser inutilizadas com furos. As embalagens não laváveis contaminadas devem ser armazenadas dentro de um saco plástico fornecido pelo varejista, e tem como destino a incineração. (Lei 7.802/1989; Art. 6º, § 2º e 4º);
- No ato da devolução, o usuário deverá solicitar um comprovante de entrega para que possa, quando solicitado, comprovar a devolução de tais embalagens, mediante comprovantes emitidos pelas unidades de recebimento (Decreto nº. 4.074/2002 (§ 3º,Art. 53).

Além das responsabilidades, a lei apresenta, também, direitos aos usuários, como o de exigir, no ato da compra, o endereço para a devolução das embalagens e este deve vir impresso no verso da nota fiscal. Outro direito é que, ao final do prazo de 01 ano (previsto em lei) para a devolução da embalagem, se esta, ainda, contiver o produto dentro de seu prazo de validade, terá um tempo de seis meses após vencimento deste (Decreto Nº 4.074/2002; Art. 53, § 1º).

As Leis citadas anteriormente estabelecem que os comerciantes de produtos agrotóxicos, devem:

- Implementar, com a colaboração do poder público, campanhas de incentivo à devolução, bem como programas educativos aos produtores (Lei 7.802/1.989; Art.19,§ único) e dispor de instalações adequadas para o recebimento (Decreto 4.074/2002; Art. 54);
- Indicar na Nota Fiscal o local para a devolução (Decreto 4.074/2002Art. 54, § 2º) e fornecer comprovantes de tais entregas (Decreto 4.074/2002;Art. 55);

- Comprovar quantidades e tipos de embalagens recolhidas (§ único, Art. 55) quando solicitado por fiscalizações.

No que diz respeito aos direitos dos comerciantes destes produtos, de acordo com a Lei nº. 7.802/1.989, cabe a eles cobrar das indústrias a coleta destas embalagens, nas unidades de recebimento, para que seja dado o destino final das mesmas. E, ainda, os comerciantes podem e devem exigir, dos órgãos públicos, auxílio em programas educativos aos produtores, conforme disposto em seu Art. 19, § único.

A Lei nº. 7.802/1.989, define as responsabilidades para as indústrias fabricantes:

- Adequar rótulos e bulas e mudar as embalagens para que os usuários possam utilizá-las corretamente (Art. 6º e incisos);
- Recolher as embalagens das unidades de recebimento e transportar até o local onde será dada a destinação final (Art. 6; § 5º);
- Implementar, junto ao poder público e aos comerciantes, programas de incentivo à devolução das embalagens por parte dos usuários (Art.19; § único).

O § único do Art. 19 define, como direito destas indústrias, exigir, tanto dos comerciantes, como do poder público, a colaboração quanto aos programas de incentivos para devolução das embalagens. O não cumprimento da lei, por parte de cada um dos agentes pode implicar em penalidades administrativas, civis e penais, conforme estabelecem, entre outras, a Lei nº 6938/1981 (Art. 14 e 15), a Lei nº. 7.802/1.989 (Art. 14 e Art. 15) e a Lei 9.605/1998, que dispõe sobre crimes ambientais.

Alguns fatores que contribuem positivamente para o desempenho do sistema de logística reversa são apresentados no Quadro 1:

Quadro 1 – Fatores para a eficiência do processo de logística reversa.

Bons Controles de Entrada	Processos Mapeados e Formalizados	Tempo de Ciclo Reduzido
Sistemas de Informação Acurados	Logística Planejada	Relações Colaborativas entre Clientes e Fornecedores

Bons controles de entrada: No início do processo de logística reversa é preciso identificar corretamente o estado dos materiais que retornam para que estes possam seguir o fluxo reverso correto ou mesmo impedir que materiais que não devam entrar no fluxo o façam. Sistema de logística reversa que não possuem bom controle de entrada dificulta todo o processo.

Processos padronizados e mapeados: Ter processos corretamente mapeados e procedimentos formalizados é condição fundamental para controle e melhorias.

Tempo de Ciclo reduzidos: Tempo de ciclo se refere ao tempo entre a identificação da necessidade de reciclagem, disposição ou retorno de produtos e seu efetivo processamento. Tempos de ciclos longos adicionam custos desnecessários. Fatores que levam a altos tempos de ciclo são controles de entrada ineficiente, falta de estrutura, (equipamentos, pessoas) dedicada ao fluxo reverso.

Sistemas de informação: A capacidade de rastreamento de retornos, medição dos tempos de ciclo, medição do desempenho de fornecedores (avarias nos produtos, por exemplo) permite obter informação crucial para negociação, melhoria de desempenho e identificação de abusos dos consumidores no retorno de produtos. Construir ou mesmo adquirir estes sistemas de informação é um grande desafio. Praticamente inexistem no mercado sistemas capazes de lidar com o nível de variações e flexibilidade exigida pelo processo de logística reversa.

Rede Logística Planejada: Da mesma forma que no processo logístico direto, a implementação de processos logísticos reversos requer a definição de uma infra estrutura logística adequada para lidar com os fluxos de entrada de materiais usados e fluxos de saída de materiais processados. Instalações de processamento e armazenagem e sistemas de transporte devem desenvolvidos para ligar de forma eficiente os pontos de

consumo onde os materiais usados devem ser coletados até as instalações onde serão utilizados no futuro. Instalações centralizadas dedicadas ao recebimento, separação, armazenagem, processamento, embalagem e expedição de materiais retornados podem ser uma boa solução, se houver escala suficiente.

Relações colaborativas entre clientes e fornecedores: No contexto dos fluxos reversos que existem entre varejistas e indústrias, onde ocorrem devoluções causadas por produtos danificados, surgem questões relacionadas ao nível de confiança entre as partes envolvidas. São comuns conflitos relacionados à interpretação de quem é a responsabilidade sobre os danos causados aos produtos.

Verifica-se (tabela 3) nos últimos anos, um crescimento relevante nas quantidades de embalagens vazias coletadas, sendo atribuído principalmente ao processo de conscientização dos envolvidos na cadeia, principalmente os produtores. Outro fator relevante que explica esse crescimento é a implementação de novos postos de recebimento espalhados pelo Brasil. Para a implementação de um posto de recebimento e central de recebimento, há a necessidade da obtenção de licenciamento ambiental por parte do órgão ambiental competente conforme disposto no Decreto nº. 4.074/2002 (Art. 56). Assim, estes estabelecimentos devem cumprir com o disposto na Resolução CONAMA nº. 334 de 03 de Abril de 2003, que dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

Tabela 3: embalagens vazias coletadas (Fonte: Destinação final inpEV)

Estado	2005	2006	2007	2008
Mato Grosso	3.891.229	4.554.822	4.734.292	5.794.093
Paraná	4.006.932	3.757.084	3.647.156	4.193.820
São Paulo	2.597.720	2.905.402	3.063.805	3.036.029
Goiás	1.529.560	1.154.238	1.407.065	2.438.724
Minas Gerais	1.449.384	1.699.312	2.021.852	2.113.090
Rio Grande do sul	1.464.119	1.854.609	1.840.355	2,015.865
Mato Grosso do sul	965.561	1.115.233	1.438.214	1.666.358
Bahia	969.551	1.191.617	1.372.592	1.449.708
Santa Catarina	386.285	481.511	490.522	480.429
Maranhão	203.509	224.651	377.183	396.367
Pernambuco	136.446	171.389	144.035	179.753
Espirito Santo	88.853	182.933	140.846	147.178
Piaui	25.658	72.541	119.650	104.191
Alagoas	39.871	61.101	61.273	97.700
Tocantins	34.948	65.400	80.780	79.563
Rondonia	25.140	38.940	58.740	55.820
Roraima	25.806	7.520	8.000	38.020
Rio grande do Norte	-	17.958	39.898	37.620
Rio de Janeiro	-	9.530	16.980	35.870
Para	-	-	-	34.210
Ceara	33.140	55.267	56.367	20.930
Paraíba	7.450	12.791	9.777	-
Total	17.881.162	19.633.849	21.129.382	24.415.338

4. Aplicação

4.1. Cenário do retorno de embalagens de agrotóxicos no Brasil

A produção brasileira aumentou de 2003 para 2008 na safra 2006, foi de 275.388 mil toneladas, sendo

105.436 mil toneladas de grãos (cereais e leguminosas), conforme Tabela 4.

Tabela 4- Produtividade (IBGE - Produção Agricola Municipal)

Cultura	Produtividade (toneladas)					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Milho	48.327.323	41.787.559	35.113.309	42.661.677	52.112.217	58.933.347
Soja	3.089.019	3.047.098	3.130.174	3.151.721	3.550.511	3.676.938
Café	1.987.074	2.456.710	2.140.169	2.573.368	2.249.011	2.796.927
Algodão herbáceo	2.424	2.902	2.123	675	243	180
Trigo	6.153.500	5.818.846	4.658.790	2.484.848	4.114.057	6.027.131
Feijão	3.302.038	2.967.007	3.021.649	3.457.752	3.169.357	3.461.194
Batata	3.089.019	3.047.098	3.130.174	3.151.721	3.550.551	3.676.938
Fumo	392.925	462.391	494.318	497.899	460.343	432.697
Laranja	16.917.558	18.313.717	17.853.443	18.032.313	18.684.985	18.538.084
Banana	6.800.981	6.583.564	6.703.400	6.956.179	7.098.353	6.998.150
Total	90.059.437	84.486.892	76.247.549	82.968.153	94.989.628	104.541.586

Os principais insumos utilizados na agricultura são os fertilizantes e agrotóxicos. Os fertilizantes auxiliam no aumento da produtividade agrícola. Dados da Anda (Associação Nacional Para Difusão de Adubos), de 2005, indicam ainda que as culturas que mais utilizam fertilizantes são a soja, o milho, a cana-de-açúcar, o café e o algodão herbáceo (Tabela 5). Outras culturas de consumo interno, como arroz, trigo e feijão, apesar de apresentarem áreas colhidas significativas, não apresentam uso elevado de fertilizantes.

Tabela 5 – Área plantada em hectare das principais culturas no Brasil (Fonte: Associação Nacional de Difusores de Adubo ANDA, 2005).

Cultura	Área plantada (1000 ha)		
	2003	2004	2005
Soja	21.601	23.413	22.023
Milho	12.865	12.186	12.772
Cana de açúcar	6.252	6.568	6.587
Café	2.390	2.540	2.478
Algodão herbáceo	1.160	1.263	924
Arroz	3.774	4.005	3.115
Trigo	2.562	2.811	2.362
Feijão	4.326	3.933	4.110
Batata	143	143	138
Fumo	462	498	503
Laranja	824	898	907
Banana	495	513	513
Sorgo	893	815	788
Tomate	60	60	58
Reflorestamento	4.806	5.449	5.700
Outras	4.721	5.329	5.582
Total	67.380	70.424	68.560

De acordo como Vicente et al. (2002), o uso intensivo de agrotóxico na agricultura brasileira iniciou-se na década de 1970, contribuindo para o incremento da produtividade, mas também aumentando as intoxicações humanas e contaminando o meio ambiente. Aperfeiçoamentos constantes dos agrotóxicos permitiram a redução de dosagem de 15 litros para 80 ml por hectare, no caso de controle de ervas daninhas diversas. Ocorreu também redução do tempo de ação no meio ambiente, antes de ser degradado por microorganismos, de 90 dias para 22 dias (ibid.). O mercado brasileiro de agrotóxicos é o maior do mundo, com 107 empresas aptas a registrar produtos, e representa 16% do mercado mundial. Só em 2008, foram vendidas mais de 6 mil toneladas de produtos em nosso país. O Brasil também ocupa a sexta posição no

ranking mundial de importação de agrotóxicos. A entrada desses produtos em território nacional aumentou 236%, entre 2000 e 2007. (tabela 6)

Tabela 6 – Vendas de agrotóxicos, Brasil (Fonte: Andef; McDougall - 2008)

Ano	Vendas totais (toneladas)
2000	2.400
2001	2.300
2002	2.200
2003	3.000
2004	4.000
2005	3.500
2006	3.400
2007	5.000
2008	6.000

O maior volume consumido de agrotóxicos é da classe de herbicidas, representando 65,0% do total das vendas. A soja representa 49,7% do total das vendas, enquanto que a cana de açúcar e o milho representam 25% do total de vendas, sendo 32,8% referente ao total de vendas de herbicida. (Tabela 7).

O volume de agrotóxicos utilizado na agricultura depende do consumo por hectare e do total da área plantada. Observa-se que as culturas de batata inglesa utilizam elevado volume, por hectare, de fungicidas, enquanto para citros é indicado uso intensivo de inseticidas e acaricidas. A soja, por apresentar um total de área plantada elevado, consome anualmente volumes maiores de agrotóxico a classe dos herbicidas, inseticidas, acaricidas e formicidas, mas baixo volume de fungicida (tabelas 5 e 8).

Tabela 7 – Comercialização de agrotóxicos (em toneladas) por culturas e classes principais em 2008 no Brasil. (Fonte: Andef, 2005)

Cultura	Herbicida (t)	Inseticida (t)	Fungicida (t)	Acaricidas (t)	TOTAL
Soja	198.305	54.199	37.620	0	290.124
Milho	80.818	13.946	1.978	99	96.841
CanaAçúcar	43.749	5.588	-	-	49.337
Algodão	11.693	22.878	3.347	339	38.257
Citros	4.922	7.479	5.503	18.756	36.660
Café	8.991	9.244	3.175	115	21.525
Trigo	6.947	1.954	2.459	0	11.360
Arroz	9.081	1.631	729	0	11.441
Feijão	5.778	1.761	3.107	576	11.222
Pastagem	8.995	125	0	0	9.120
Batata	707	2.776	4.535	101	8.119

A coleta de dados pelo Inpev foi iniciada em 2002, e o volume total das embalagens coletadas era de 3,7 mil toneladas. Em 2003, o retorno de embalagens aumento 248,5% (7,8 mil toneladas) e, em 2004, 188,7% (14,8 mil toneladas), conforme Tabela 9. A escala crescente indica que os custos fixos iniciais estão sendo gradativamente diluídos. Elaborando-se a relação entre o volume total de embalagens retornadas (kg) e o total de área plantada (hectare), tem-se um indicador que permite visualizar o retorno crescente no Brasil, ou seja, em 2002 essa relação era de 0,07 kg/ha, enquanto que em 2004 foi de 0,24 kg/ha, um acréscimo de 242,8% (Tabela 9).

Tabela 8 – Indicações de agrotóxico, por hectare, para as principais culturas no Brasil,1990 (Fonte: Andef 2005)

	Herbicidas (t)	Fungicidas (t)	Inseticidas/acaricidas e formicidas (t)	Total (t)
Citros	-	2,3	9,39	11,69
Soja	0,58	-	0,28	0,86
Cana de açúcar	1,44	-	-	1,44
Milho	0,36	-	-	0,36
Café	-	0,41	0,6	1,01
Batata inglesa	-	16,55	-	16,55
Algodão	-	-	2,05	2,05
Tomate	-	20,2	-	28,2
Trigo	0,24	0,2	0,16	0.60

Observa-se que as regiões Norte e Nordeste apresentam baixos indicadores por área plantada; esses estados não possuíam programa implantado em 2002, nesse sentido, tiveram aumento da ordem de 400-600% (Tabela 9).

Tabela 9 – Retirada de embalagens vazias por estado (Calculado com a aumento médio de 7% relativamente a 2003. (Fonte: elaborada com dados do Inpev -2005- e IBGE - 2005)

	2002			2003			2004		
Estados	Embalagem coletada (Kg)	1000 ha	Kg/ha	Embalagem coletada (Kg)	1000 ha	Kg/ha	Embalagem coletada (Kg)	1000 ha	Kg/ha
Paraná	209869	8629,2	0,02	2012338	9509,7	0,21	3482480	10175,3	0,34
Mato Grosso	1833600	5705,6	0,32	1598015	6523,9	0,24	3055046	6980,5	0,44
São Paulo	69.850	5932,1	0,12	1327157	6243,9	0,21	2472429	6681,0	0,37
Minas Gerais	152673	4191,8	0,04	462640	4449,6	0,1	1281683	4761,1	0,27
Goiás	90070	3500,9	0,05	699266	3749,7	0,19	1252933	4012,2	0,31
Rio Grande do Sul	129560	7480,2	0,02	452132	7917,1	0,06	1054303	8471,3	0,12
Bahia	136048	4316,6	0,03	436378	4392,6	0,1	716119	4700,1	0,15
Mato Grosso do Sul	308860	2104,0	0,15	538220	2578,3	0,21	693390	2758,8	0,25
Santa Catarina	30240	1730,2	0,02	108144	1795,4	0,06	400504	1921,1	0,21
Alagoas	0	685,1	0	8190	594,0	0,01	113590	635,6	0,18
Maranhão	14600	1327,4	0,01	82154	1445,5	0,06	100746	1546,7	0,07
Pernambuco	56370	1149,8	0,05	89685	1112,4	0,08	59822	1190,3	0,05
Espírito Santo	8720	784,5	0,01	13488	799,5	0,02	52739	855,4	0,06
Ceará	0	1958,3	-	27200	1965,3	0,01	52180	2102,9	0,02
Tocantins	0	363,2	-	0	416,7	-	24715	445,9	0,06
Paraíba	0	565,6	-	0	626,8	-	12160	670,6	0,02
Total	3767600	54511,6	0,07	7855007	58460,9	0,13	14824839	62553,2	0,24

O Paraná é o estado que apresenta o maior retorno de embalagens de agrotóxicos e esse indicador é proporcional ao total de área plantada de culturas permanente e temporária, seguido pelos estados do Mato Grosso e São Paulo. O Rio Grande do Sul, apesar de apresentar área plantada de 8 milhões de hectares, apresenta um baixo retorno de embalagens, Tabela 9.

Tabela 10 – Área plantada de diversas culturas por estado, 2010 (Fonte: IBGE - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola)

Cultura/Estados	Mato Grosso do Sul (ha)	São Paulo (ha)	Paraná (ha)	Rio Grande do Sul (ha)
Soja	1.700.000	531.300	4.505.282	3.976.200
Cana de açúcar	415.000	5.378.750	641.659	36.333
Milho	909.776	916.600	2.247.592	1.182.200
Café	1.257	182.020	83.376	-
Batata inglesa	-	30.060	29.597	21.618
Algodão herbáceo	37.500	13.900	179	-
Arroz	26.980	21.500	40.546	1.079.600
Tomate	69	10.160	5.057	2.375
Trigo	44.194	61.300	1.299.668	970.375

4.2. Análise dos dados

Dada a importância do setor de agronegócios no Brasil, a logística reversa das embalagens de agrotóxicos adquire dimensão significativa no aspecto econômico e social. Além disso, a estrutura da cadeia de logística reversa para embalagens de agrotóxicos no Brasil apresenta-se como um processo regulamentado, inovador e crescente. O retorno de embalagens vazias vem apresentando crescimento, de 2002 a relação de embalagens retornadas e total de área plantada era de 0,07 kg/ha, enquanto que em 2004 a relação foi de 0,24 kg/ha, um acréscimo de 242,8%a 2004, de 3,7 mil toneladas para 14,8 mil toneladas.

Esse crescimento foi possível devido a iniciação da integração dos diversos pontos da cadeia logística, considerando fatores como a participação efetiva da indústria de agrotóxicos e das associações de classe; treinamento dos agricultores, distribuidores e vendedores; e uma legislação moderna, que estimula o retorno e a reciclagem das embalagens (Lei n. 9.974/2000 e Decreto n. 4.074/2002).

Os resultados indicam que o volume retornado de embalagens depende de fatores como o total de área plantada, a cultura explorada e a infra-estrutura prévia de um centro de recolhimento. Dentre as culturas avaliadas, a soja apresenta o maior consumo de fertilizantes e agrotóxicos. O estado do Mato Grosso foi aquele que apresentou um retorno por hectare mais elevado em 2004, de 0,44 kg/ha. Em seguida, tem-se os estados de São Paulo, com 0,37 kg/ha, e Paraná, com 0, 34 kg/ha.

4.3. Particularização para o município de JALES

A pesquisa relacionada diretamente com a logística reversa de embalagens vazias, realizada em Jales mostra que o sistema de retorno de embalagens vazias encontra-se desestruturado, em que os canais de distribuição (varejo) não possuem local adequado para a devolução das embalagens vazias.

De acordo com um dos entrevistados e representantes do varejo há um sistema provisório que, por ser uma cooperativa com várias unidades em diferentes regiões, toda ela encaminham as embalagens para a matriz, tratando o armazenamento local de forma inadequada, pois não atende aos requisitos mínimos exigidos pela legislação discutida nos itens anteriores.

Dessa maneira, os produtores não possuem opção de entrega de suas embalagens vazias de agrotóxicos, mesmo que o prazo estipulado em lei tenha se encerrado. Vale ressaltar ainda que um trabalho parcial para a construção de uma central de recebimento já havia sido realizado, em que o INPEV apresentou uma empresa cadastrada para que o trabalho fosse concluído.

Segundo levantamentos empíricos na pesquisa detectou-se que, atualmente, existe um novo movimento que está sendo implantado no sentido de se reavivar o sistema de coleta, através de esforços liderados pelos setores varejistas e órgãos públicos.

Em termos de conhecimento da legislação, foi constatado que todos os comerciantes pesquisados têm o conhecimento da legislação, fato este que ocorreu também com os órgãos públicos e fabricantes, embora esta não esteja sendo cumprida adequadamente. Desta maneira o que ocorre não é o desconhecimento da legislação, por parte destes agentes, existe uma falta de capacidade da norma jurídica se impor efetivamente aos agentes envolvidos, não tendo assim, a capacidade de atender à Lei, e como ainda não existe uma fiscalização eficiente, não se preocupam em providenciar meios para o atendimento das exigências legais.

A análise mais detalhada desse sistema de divulgação permitiu perceber que ocorre um ponto de divergência entre as partes, pois à medida que os órgãos públicos locais e os varejistas relatam disponibilizar palestras e cursos suficientes aos produtores, eles, em contrapartida, alegam desconhecer a maioria destas. Portanto, há poucas palestras de orientação aos produtores, impossibilitando a presença maciça de produtores. Por tais motivos é que o processo de recolhimento da região em estudo ainda está de precária, necessitando, em primeiro lugar, da integração entre os agentes envolvidos na busca dos mesmos objetivos. Desta maneira, confirmando o conceito de Barbieri e Dias (2002), em que uma das dificuldades no gerenciamento de retornos é a diferença nos objetivos dos fabricantes dos produtos e das embalagens, distribuidores, varejistas e consumidores de forma geral.

Dentre as principais dificuldades em cumprir a legislação tem-se a falta de infra-estrutura nas propriedades rurais para que as embalagens possam ser armazenadas temporariamente e, desta maneira, os produtores amontoam tais embalagens junto a diversos outros objetos, inclusive alimentos ou recipientes utilizados para o preparo de alimentos, isto fruto da falta de informações aos produtores, fato este que se apresenta como mais uma dificuldade, pois além da falta de divulgação dos perigos dos agrotóxicos e resíduos de suas embalagens, tradicionalmente têm-se produtores com baixo nível de instrução. Outra dificuldade é a falta de um local para a devolução das embalagens, pois até o momento ainda não foi implementada uma unidade de recebimento próxima para os produtores da região, cabendo aos mesmos a tarefa de continuar armazenando na propriedade.

No decorrer do trabalho, procurou-se evidenciar, as teorias da legislação aplicável, os principais elementos que recomendam e regulamentam um adequado processo de retorno das embalagens de agrotóxicos vazias, confrontando as suas proposições com as dificuldades identificadas na realidade presente da região de Jales, Noroeste do Estado de São Paulo, visando possibilitar a proposição de algumas ações para o aperfeiçoamento deste processo, utilizando-se, para isto, a logística reversa.

Situação atual do sistema de recolhimento de embalagens:

Falta de local adequado para armazenamento das embalagens na propriedade, falta de local para devolução das embalagens vazias. Não são ministradas palestras de instrução para o funcionamento do sistema. Receituários agronômicos não são emitidos na venda dos produtos para cumprir com a legislação. Como discutido anteriormente para o funcionamento do sistema é necessário a orientação dos órgãos públicos para os produtores armazenarem na propriedade de maneira correta. Implementação de um local para devolução das embalagens vazias de agrotóxicos, com termos de concessão a todas as revendas. Conscientização aos agentes envolvidos no processo de logística reversa.

5. Conclusão:

A crescente preocupação com o nosso planeta e a conscientização ecológica da população, faz com que a

legislação ambiental caminhe no sentido de tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo ciclo de vida de seus produtos. Isto significa ser legalmente responsável pelo seu destino após a entrega dos produtos aos clientes e do impacto que estes produzem no meio ambiente. Os consumidores esperam que as empresas reduzam os impactos negativos de sua atividade ao meio ambiente. Com a crescente concorrência, algumas empresas visam comunicar ao público uma imagem institucional "ecologicamente correta", uma diferenciação do serviço. Os clientes valorizam as empresas que possuem políticas de retorno de produtos. Isto envolve, é claro, uma estrutura para recebimento, classificação e expedição de produtos retornados.

A criação do Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – INPEV foi responsável pela organização de campanhas educativas e o incentivo da fiscalização pelos órgãos responsáveis, estabelecendo a prática correta da destinação final das embalagens, priorizando a importante redução de passivos ambientais oriundos da prática ilícita de destinação final. Esta iniciativa pública foi de grande importância para reverter o quadro triste que sempre acompanhou as atividades agropecuárias.

Além disso, as iniciativas relacionadas à logística reversa têm trazido consideráveis retornos para as empresas. Economias com a utilização de embalagens retornáveis ou com o reaproveitamento de materiais para produção têm trazido ganhos que estimulam cada vez mais novas iniciativas.

Em relação ao agronegócio, devido a sua grande importância no Brasil, a logística reversa das embalagens de agrotóxicos adquire dimensão significativa no aspecto econômico e social. A venda de agrotóxicos no Brasil vem apresentando um crescimento, de 2000 á 2008 as vendas aumentaram de 2,4 mil toneladas para 6 mil toneladas. Além disso, a estrutura da cadeia de logística reversa para embalagens de agrotóxicos no Brasil apresenta-se como um processo inovador e crescente. O estado do Mato Grosso foi aquele que apresentou um retorno por hectare mais elevado em 2004, de 0,44 kg/ha. Em seguida, têm-se os estados de São Paulo, com 0,37 kg/ha, e Paraná, com 0, 34 kg/ha. A eficiência desse processo depende da integração dos diversos pontos da cadeia logística, considerando fatores como a participação efetiva da indústria de agrotóxicos e das associações de classe. Os resultados indicaram que o volume retornado de embalagens depende de fatores como o total de área plantada, produtividade, a cultura explorada e a infra-estrutura prévia de um centro de recolhimento. Esses resultados podem ser ainda melhores tendo em vista uma melhoria na estrutura das propriedades rurais, para que o desempenho do sistema de logística reversa seja positivo.

Do ponto de vista social, a atividade de logística reversa é geradora de novos empregos, ao criar atividades economicamente viáveis no processo reverso e possibilitando a reciclagem.

O retorno das embalagens é indispensável para o bem estar das populações e a sustentabilidade do desenvolvimento não só local e regional, mas global uma vez que se trata de poluentes de alta toxidade durante muito tempo, produzindo danos à medida que se espalha pelo ambiente, o que diz respeito a gestão ambiental.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio parcial do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PIBIC/CNPq.

Bibliografia

IBAMA - Instituto Brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis. Disponíovel em <: http://www.ibama.gov.br/licenciamento/>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/

InterfacEHS. Revista de Gestão integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.interfacehs.sp.senac.br/br/secao_interfacehs.asp?ed=8&cod_artigo=139>

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Monitoramento do Mercado de Agrotóxicos - http://websphere.anvisa.gov.br/

COMO A APLICAÇÃO DE PROCESSOS PRODUTIVOS PODE TRANSFORMAR-SE EM UMA PRÁTICA SUSTENTÁVEL

Jaisa Monique S. Souza; Marcius Fabius Henriques de Carvalho
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de empacotamento eletrônico
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas, SP
Marcius.carvalho@pq.cnpq.br

RESUMO

Este trabalho apresenta de forma sucinta os conceitos relacionados ao enfoque preventivo no que se trata de meio ambiente. O novo paradigma empresarial procura reverter às antigas dificuldades fundamentando-se em fatores diversos, tais como: cadeia de valor, melhoria contínua dos processos e produtos, consciência ecológica, redução do ciclo de vida de fabricação. Atrelado a isso, surge nesse novo ambiente produtivo, a variável ambiental. Diante disso, busca-se com este trabalho apresentar a principalmente a Produção Mais Limpa como uma ferramenta da Gestão Ambiental que possibilita o funcionamento das empresas de modo social e ambientalmente responsável, influenciando também em melhorias econômicas e tecnológicas.

Palavras-chave: Gestão Ambiental, Produção Mais Limpa, Minimização de Resíduos, Ecoeficiência e Sustentabilidade.

1. Introdução

O processo de globalização é marcado pela eterna transformação, uma verdadeira busca frenética e incessante por melhores formas de gestão de empresas, e em um ambiente de acirrada concorrência, as empresas buscam pela sobrevivência, no qual preço e qualidade não são suficientes para sua manutenção e desenvolvimento no mercado, já que os clientes, quer sejam locais ou globais, também exigem rapidez, confiabilidade e flexibilidade (Slack, 2002).

É possível observar atualmente o interesse das empresas em relação à questão no que tange a responsabilidade social de seus processos produtivos, e o desenvolvimento de ações que buscam acompanhar todo o ciclo de vida do produto até, em alguns casos, além do fim de vida útil. Lembrando ressaltar que, a vida de um produto não termina com sua entrega ao cliente, os produtos tornam-se danificados, obsoletos, podem não funcionar, logo devem retornar ao seu ponto de origem para serem descartados, reparados ou até mesmo reaproveitados de modo adequado. A respeito desse assunto, Leite (2003) afirma que a sociedade principalmente em todas as partes do mundo, tem se interessado cada vez mais com os diversos aspectos do equilíbrio ecológico. Muitas pesquisas de opinião têm sido elaboradas para comprovar essa maior sensibilidade ecológica na sociedade atual, com ênfase nos países de maior desenvolvimento econômico e social. Esse crescimento da sensibilidade ecológica tem sido acompanhado por ações de empresas e governos, de maneira reativa ou proativa e com visão estratégica variada, visando amenizar os efeitos mais visíveis dos diversos tipos de impacto ao meio ambiente, protegendo a sociedade e seus próprios interesses.

Decorrente desta sensibilização é possível citar algumas das práticas mais utilizadas pelas indústrias no processo de esverdeamento de sua produção ao longo do trabalho: produção mais limpa (P +L) e ecoeficiência.

Diante disso, a importância da pesquisa é estudar a aplicação da Produção mais Limpa na cadeia de suprimentos de artefatos de couro, já que a mesma é responsável pela geração da grande geração de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) que ocorre durante o processo de transformação de couro.

2. Revisão Bibliográfica

Diversos conceitos foram desenvolvidos para explicar o foco da pesquisa: "Produção Mais Limpa" e "Cadeia de Suprimentos de Artefatos de Couro", envolvendo seus integrantes (frigoríficos, curtumes e indústrias de artefatos)

2.1. Cadeia de Suprimentos Verde

O conceito de cadeia verde passou a ser enfatizado, com os diversos componentes da cadeia de suprimentos passando a ter certa preocupação (ou sendo induzidos pelo principal integrante dela) em utilizar de forma racional os recursos ambientais e adequar os processos da cadeia à realidade ambiental, como forma de aumentar sua competitividade frente aos concorrentes, com a valorização da questão ambiental pelos consumidores, além de reduzir eventuais perdas que podem elevar seus custos de produção.

Aliás, quando as empresas passam a ser constituintes de uma cadeia verde, não o são apenas para se tornarem ambientalmente amigáveis, mas também, para adquirirem bom senso nos negócios e maiores lucros. Na verdade, a cadeia verde torna-se uma condutora de negócios de valor e não um centro de custos.

A cadeia de suprimentos verde tem suas raízes na literatura de gestão ambiental e gestão da cadeia de suprimentos, cujos componentes dizem respeito à influência e aos relacionamentos entre si. A definição e o escopo da cadeia de suprimentos verde encontram uma enorme variedade na literatura desde a compra verde até a integração da cadeia de suprimentos sustentável, abrangendo fornecedor, produtor, consumidor, logística reversa e ainda cadeia de suprimentos em circuito fechado.

Desse modo, investimentos na cadeia verde podem se tornar ganhos de recursos, eliminação de perdas e aumento da produtividade. Como resultado, iniciativas verdes podem reduzir não somente o impacto ambiental de um negócio, mas aumentar a eficiência e possivelmente criar maior vantagem competitiva em inovações e nas operações.

2.2. Produção mais limpa (P +L)

A Produção Mais Limpa pode ser definida como uma estratégia empresarial preventiva aplicada a processos, produtos e serviços para minimizar os impactos sobre o meio ambiente.

Conforme consta na referência de Junior & Demanjorovic (2006), esse conceito foi desenvolvido pela Pnuma que descreve um enfoque preventivo de gestão ambiental, o qual reflete uma mentalidade de produzir com mínimo impacto possível, dentro dos atuais limites tecnológicos e econômicos, não se contrapondo ao crescimento e considerando que resíduos são produtos com valor econômico negativo. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Pnudi), produção mais limpa requer mudanças de atitudes, e gestão ambiental responsável e promoção da inovação tecnológica. De modo geral, essa conceito é melhor definido como:

"Aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços para aumentar a ecoeficiência e evitar ou reduzir os danos ao homem e ao ambiente". Dessa forma, aplica-se a: processos produtivos, através da conservação de matérias-primas e energia, eliminação de matérias e redução da quantidade e toxicidade dos resíduos e emissões; produtos, por meio da redução dos

impactos negativos ao longo do ciclo de vida de um produto, desde a extração das matérias-primas até sua disposição final; serviços, com a incorporação de preocupações ambientais no planejamento e na entrega dos serviços.

Pode-se dizer que P + L, contempla explicitamente não apenas as organizações industriais como, de forma geral, a produção de bens e serviços. Sugere a melhoria contínua dos processos produtivos, de forma a torná-los cada vez mais eficientes e menos agressivos ao meio ambiente e à saúde humana.

Já a metodologia P+L segundo UNIDO/UNEP sinaliza para a necessidade de reduzir material tóxico, mas seu maior foco está em reforçar a identificação de causas de desperdícios, deficiência de operação e na minimização da geração de resíduos em geral, orientando para uma intervenção mais ampla no processo produtivo. (COELHO, 1999)

2.3. Ecoeficiência

Esse conceito foi proposto na Suécia e tem sido utilizado pelo Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), que oferece a seguinte definição:

"A ecoeficiência é alcançada mediante o fornecimento de bens e serviços, a preços competitivos, que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade devida, ao mesmo tempo que reduzem progressivamente o impacto ambiental e o consumo de recursos ao longo do ciclo de vida, a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada da Terra".

O conselho propõe os seguintes elementos da ecoeficiência: redução do consumo de materiais e energia com bens e serviços, redução da dispersão de substâncias tóxicas, intensificação da reciclagem de materiais, maximização do uso sustentável de recursos naturais, prolongamento da durabilidade de produtos e agregação de valor aos bens e serviços.

2.4. A ecoeficiência e a Produção mais limpa

De acordo com Dias (2009), de modo simplificado, pode-se dizer que a ecoeficiência consiste em produzir mais com menos, reduzindo o consumo de materiais e energia, a geração de resíduos e a liberação de poluição no ambiente, assim como os custos de operação e as possíveis responsabilidades por danos a terceiros. Os dois conceitos são partes integrantes de uma macrovisão da Produção e Consumo Sustentáveis (SP&C – Sustainable Production and Consumption), que engloba todo sistema comercial e suas inter-relações.

Do ponto de vista das empresas, a aquisição de tecnologia significa inovação, pois para a sua adoção são exigidos muitos trabalhos de assimilação e adaptação. Assim, ter uma Produção mais Limpa ou Ecoeficiência é um diferencial competitivo em relação às empresas que não procuram inovar. Uma empresa inovadora transforma o que é visto tradicionalmente como "constrangimento ambiental" em novas "oportunidades de negócio".

3. A proposta de trabalho

Apresentar que a visão do desenvolvimento sustentável visa o equilíbrio de responsabilidades econômica, social e ambiental, ou seja, deve haver uma conciliação dos interesses dos indivíduos, da natureza e da sociedade.

Após citar as abordagens de aplicações que podem ocorrer no processo produtivo, é possível afirmar que a dimensão econômica das empresas em estudo, quando se trata de projeto de operação a produção mais limpa oferece melhor condição e proporciona benefícios no que diz respeito à redução dos impactos ambientais, de saúde e segurança dos produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima, seu projeto, manufatura, embalagem, uso e descarte do produto.

Diante disso, pode-se observar a visão de como promover o desenvolvimento sustentável e com menor impacto ao meio ambiente, através da estratégia ambiental preventiva aplicada a processos, produtos e serviços para minimizar os impactos sobre o meio ambiente denominada produção mais Limpa, na qual, tem como objetivo prevenir e minimizar os riscos para os seres humanos e o ambiente a curto e longo prazos.

Torna-se importante ressaltar que a minimização de resíduos, efluentes e emissões é um passo em direção a um desenvolvimento sustentável. Para os processos a produção mais Limpa significa reduzir a quantidade de toxicidade de todas as possíveis emissões e resíduos. E para os produtos, reduzir os efeitos negativos do produto ao longo de seu ciclo de vida.

Para isso, o objeto de estudo foi à cadeia de suprimentos de artefatos de couro, tendo em vista uma dissertação de mestrado da Fundação Getúlio Vargas. Devido à grande geração de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos) que ocorre durante o processo de transformação do couro, composta em sua essência pelo frigorífico (fornecedor), pelo curtume (processador/transformador) e pela indústria de artefatos (cliente/consumidor). A partir desse principio, tornou-se interessante fazer estudo, já que o tema é de extrema relevância.

3.1.Setor de Fabricação de Artefatos de Couro

É um setor que gera grande impacto ambiental em quase todas as etapas do processo de produção, pelo fato de apresentar o elemento químico cromo (não é degradável). Produz uma elevada quantidade de resíduos sólidos por dia em seus mais diversos subprodutos (cintos, bolsas, capas para sofás, carteiras, dentre outros). Seus principais geradores de resíduos são;

- Frigorífico (fornecedor do couro bovino)
- Curtume (transformador do couro bovino)
- Indústria de artefatos (cliente/consumidor do couro processado/transformado)

O principal foco desse estudo é determinar em qual estágio de adoção das práticas de P + L cada empresa da região oeste paulista se encontra, após implantação de um programa de produção mais limpa, constituído de todas as etapas, desde o planejamento e organização, passando pelo diagnóstico e pré-avaliação; em seguida a avaliação; depois estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental; e por último a implantação e planos de continuidade.

Desse modo seis empresas na região do oeste paulista foram analisadas e questionamentos foram realizados pelo pesquisador diretamente ao responsável pela área operacional de cada empresa

4. Resultados

- O Frigorífico Alfa:
    - Melhores resultados (o Ecotime da empresa tem metas bastante claras)
    - Ponto forte: redução no consumo de energia elétrica nos processos.
    - Outras práticas de P+L foram implantadas: qualificação do pessoal que executa a tarefa do recorte do couro, para reduzir as perdas e o couro possa ser mais bem aproveitado.
    - Os cultivos de áreas de reflorestamento
- Frigorífico Beta:
    - Encontra-se em estágio de desenvolvimento
    - Ecotime ainda se encontra em fase de formação;
    - Ecotime vêm trabalhando firme na questão do tratamento de efluentes.

- Passo inovador: utilização do componente “nitrito de sódio” para a conservação do charque bovino; não prejudicial à saúde humana.

- Curtume Alfa:
  - Criação do Ecotime, houve um processo de reeducação dos colaboradores. (em treinamento)
  - Atividades de reciclagem foram ensinadas;
  - O lodo formado ao final da produção tem sido separado da água e descartado por meio da reciclagem.
  - O gerente de produção afirma que: tem-se investido na equipe, mas muitas vezes se sentem um pouco desmotivados em relação a algumas coisas (...) como, por exemplo, o pouco incentivo de órgãos ambientais. Muitas vezes eles cobram deles, mas não ajudam (...)
- Curtume Beta:
  - Cromo substituído pelo tanino vegetal - Não é tão prejudicial ao ambiente.
  - Tratamento semi-completo de efluentes, por meio das fases de separação de impurezas, focodecantador, reator e decantador em espiral.
  - Ecotime bem formado
- Indústria de Artefatos Beta:
  - A empresa gera poucos resíduos químicos;
  - Encontra-se na fase inicial da adoção das práticas de P+L
  - Reutilização de restos de matéria-prima; custos de produção foram reduzidos.
- Indústria de Artefatos Alfa:
  - Redução no consumo da água (1/3 daquilo que era anteriormente utilizado)
  - A empresa ainda deve investir muito no Ecotime, segundo o gerente de produção.
  - Para o pesquisador “o Ecotime ainda está precisando de maiores instruções. Muito mais pode e deve ser feito para conscientizar os funcionários como um todo (...)

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PIBIC/CNPq.

Bibliografia

COELHO, A. C. D. Avaliação do Nível de Ecoeficiência resultante da aplicação da metodologia de produção mais limpa UNIDO/UNEP na Embasa: Salvador, 2004.

DIAS, R. Gestão Ambiental: Responsabilidade social e Sustentabilidade – 1 ed, São PAULO: Atlas – 2009

JUNIOR. A.V.; DEMANJOROVIC. J. Modelos e ferramentas de Gestão ambiental - São Paulo: Editora SENAC – 2006.

LEITE, P.R. Logística Reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

POLIDÓRIO. G. R. S. O estágio de adoção das práticas de produção mais limpa na cadeia de suprimentos de artefatos de couro do oeste paulista. Fundação Getúlio Vargas - São Paulo, 2006.

SLACK, N. Administração da Produção. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

COMPONENTE PARA CALIBRAÇÃO DE LASER E CÂMERA DO PROJETO VERO

Vitor H. M. Rodrigues, Hélio Azevedo, Luiz G. B. Mirisola, Josué Ramos
Centro da Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional – DRVC
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas – SP
vitorhmr@gmail.com

Resumo

Este documento apresenta os resultados do projeto de Iniciação Científica do bolsista Vitor Hugo Mickus Rodrigues, realizado entre Julho de 2010 e Fevereiro 2011. Nesse período foi finalizado e testado um componente de calibração do laser e câmera do projeto VERO.

Palavras Chave: Visão Computacional, calibração, laser, câmera.

1. Introdução

1.1. O Projeto VERO

O estudo e desenvolvimento de sistemas autônomos são de grande importância para a formação de tecnologia necessária para impulsionar um país. Como sistemas autônomos estão presentes em quase todos os aspectos da vida cotidiana, é de especial interesse o domínio de técnicas que implementem essas tecnologias. Em particular, fazem-se indispensáveis em determinadas ocasiões o uso de veículos autônomos, como por exemplo, para o acesso de lugares inacessíveis a seres humanos ou com riscos ao mesmo, inspeção de diferentes contextos, estudos ambientais, agricultura, entre outros. Tendo em vista esse conjunto de situações, a Divisão de Robótica e Visão Computacional (DRVC) do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI) busca o desenvolvimento e a implementação em robótica móvel em diversos ambientes (terrestre, aquático e aéreo). Nesse projeto de Iniciação Científica, o foco foi o ambiente terrestre, no qual o projeto VERO serviu de plataforma para o desenvolvimento dos tópicos abordados.

O sistema Veículo Robótico (VERO) é uma das atividades da linha de pesquisa "Desenvolvimento e Aplicação de Veículos Robóticos com Graus de Autonomia Crescente" da Divisão de Robótica e Visão Computacional (DRVC) do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI). O projeto Veículo Robótico foca na construção de um robô móvel para ambientes externos. A implementação do sistema ocorre através de fases como viabilidade da plataforma, fase tele operada, autônoma, controle por visão e cooperação, na qual a operação do sistema utilizará diversas unidades autônomas com possibilidade de operação em cooperação.

Tipicamente veículos robóticos de exterior podem ser classificados segundo o meio em que operam (subaquáticos, aquáticos de superfície, terrestres e aéreos), sua forma de locomoção (rodas, esteiras, patas, hélices, etc.) e o grau de atuação decorrente (de sub-atuado até completamente holonômico). Veículos robóticos terrestres de exterior locomovem-se usando rodas, em diferentes configurações de tração e direção. Se por um lado modelos cinemáticos e leis de controle já estão relativamente bem estabelecidas, existem ainda, nessas áreas, desafios científicos e tecnológicos quando se trata do uso desses veículos em campo (i.e. sujeitos a inclinações, escorregamentos, efeitos dinâmicos da interação veículo-terreno, etc.) e, mais ainda, no que concerne à percepção e navegação autônoma e robusta em ambiente não estruturado de exterior.

Nesse contexto, este projeto propõe uma plataforma robótica caracterizado pelo veículo em si e pela infra-estrutura robótica associado destinado a suportar a pesquisa e desenvolvimento de exterior autônoma.

Para satisfazer as necessidades de software exigido para leitura, armazenagem e processamento dos dados fornecidos pelo conjunto de sensores que compõem o veículo robótico do projeto VERO, utiliza-se o arcabouço de software robótico de código aberto ORCA, que permite o desenvolvimento de sistemas robóticos baseados em componentes. Por oferecer alguns componentes prontos e forçar sistemas modulares, o ORCA apresenta uma abordagem que facilita a reutilização de código e o controle de dependências, além de favorecer uma maior flexibilidade e robustez ao sistema robótico.

O projeto em que se dedica este artigo criou e avaliou um componente de um componente que seria utilizado para a descoberta de parâmetros geométricos que servem para a calibração do laser e câmera do projeto VERO, seguindo as referencias padrões para este procedimento (Qlong 2004 e EPFL 2010). Tais parâmetros são, entre outros, as coordenadas de rotação e translação dos frames desses dois sensores.

1.1.Calibração laser e câmera

Em robótica é comum a necessidade de calibrar os parâmetros extrínsecos de um laser 2D e uma câmera monocular, e muitos pesquisadores re-implementam esta calibração, de modo offline, seguindo alguma das referências bem conhecidas, pois não existe nenhum software aberto para a determinação dos parâmetros extrínsecos do laser 2D e a câmera de modo online.

Para o projeto VERO a calibração é de suma importância já que uma calibração da câmera e o laser 2D possibilitam a obtenção de dados mais confiáveis dos sensores do carro (lasers e câmera).

Operacionalmente o funcionamento da calibração se dá da seguinte forma: um pequeno objeto é o colocado na frente dos sensores (câmera e laser), e então quando este objeto é detectado por ambos os sensores ao mesmo tempo, é guardado as coordenadas deste objeto naquele instante no conjunto de dados.

Após a obtenção de algumas coordenadas, os dados obtidos são processados por um algoritmo de calibração, que devolve os parâmetros necessários para a calibração dos sensores em questão.

2. Desenvolvimento

O desenvolvimento do componente foi realizado da mesma forma que o restante dos componentes do projeto VERO iniciou começou com o estudo do framework utilizado, ORCA, do funcionamento do carro com os equipamentos e do método de calibração. Em seguida se realizou a parte da implementação dos componentes.

O processo para a calibração necessita do funcionamento de outros componentes, na figura 1 temos o esquema dos componentes necessários para a realização da calibração.

Como mostra o esquema, precisamos dos dados vindos do laser e da câmera. Os dados do Laser vão para o componente “Laser Feature Extractor” e para o “Laser Filter”, o primeiro é responsável por detectar features, como cantos, linhas, pontos em primeiro plano e etc., enquanto o segundo é responsável por filtrar dados do laser como por exemplo escolher entre que angulação os dados devem ser apresentados e/ou o intervalo de distância que eles devem estar do laser.

A saída do “Laser Filter” é usado em dois outros componentes, o “OrcaView 2D” que é responsável por reproduzir os dados do laser de maneira que o usuário possa entender, é a interface pelo qual o usuário “enxerga” o laser. E o outro componente que faz uso do resultado do “Laser Filter” é o componente “Calibration” que é responsável pela calibração.

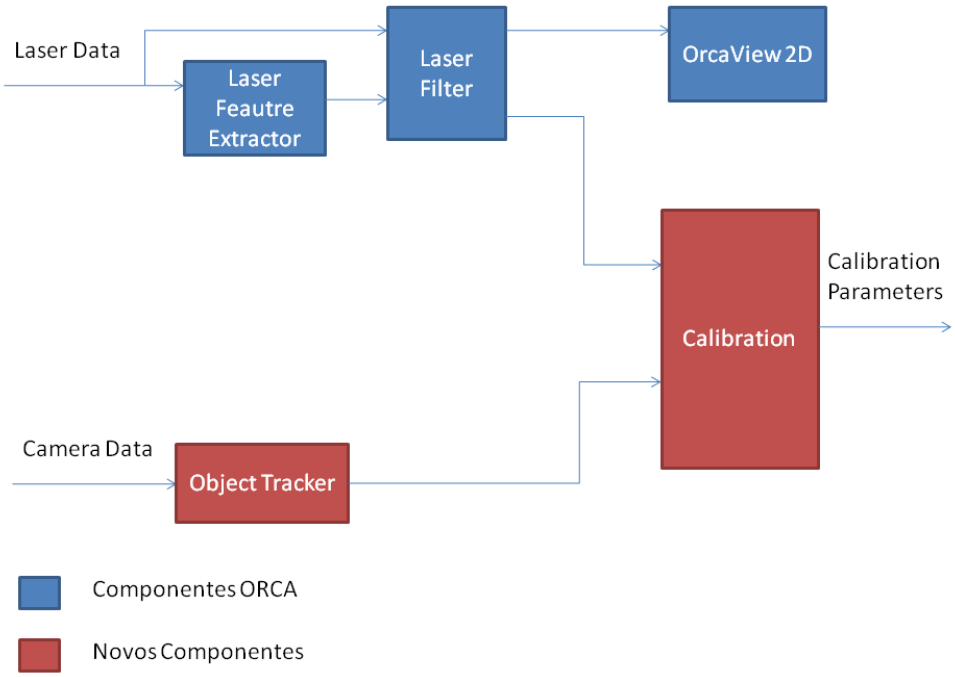


Figura 9: Esquema dos componentes usados para a calibração

O “Calibration” recebe dados provenientes do “Object Tracker” e do “Laser Filter” e tem por objetivo executar o algoritmo de calibração. Tanto o “Object tracker” quanto o “Calibration”, objetos deste trabalho, serão discutidos adiante.

2.1. O componente Object Tracker

O “Object Tracker” realiza a função de detectar o centro do objeto que utilizaremos na calibração. Com os dados obtidos de forma adequada, o componente “Object Tracker” aplica um filtro na imagem que separa a imagem em duas partes, uma contendo o objeto a ser seguido e o restante se torna uma única cor, isso ocorre definindo um intervalo de cores a ser mostrado na tela, o “Object Tracker” trunca para uma cor tudo o que não estiver dentro desse intervalo. Como exemplos têm as duas imagens na Figura 2.

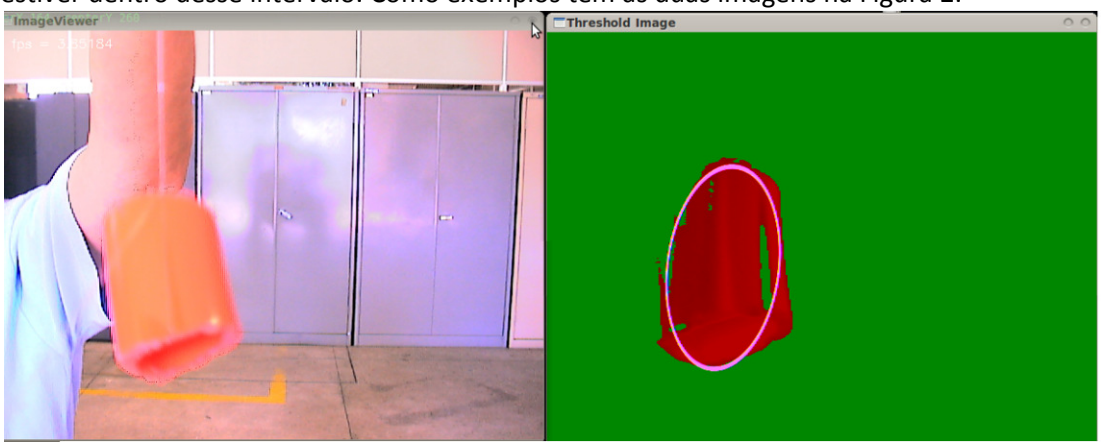


Figura 10: Imagem de um frame antes e depois da aplicação do Object Tracker

Operacionalmente, escolher um intervalo de cores, implicaria em que o objeto a ser usado na calibração deva ter sempre a mesma cor, mas a implementação mais recente tenta fazer uso de uma posição

inicial fornecida pelo usuário logo no início da gravação, tendo a posição inicial, ele busca nesse espaço a cor que mais predomina e a partir dela tenta aplicar o limiar.

É importante ressaltar que o processo de gravação das imagens da calibração precisa ser feito seguindo alguns cuidados, a filmagem deve ser realizada utilizando um objeto pontual (uma bolinha pequena ou qualquer outro objeto pequeno), este objeto por sua vez deve ter uma cor diferençável do restante do ambiente, deve ter um alto contraste, o motivo ficará claro a seguir. Durante a filmagem o objeto deverá percorrer vários pontos do espaço 2D da câmera e nesse intervalo ele deverá atravessar os sensores do laser.

Na versão atual é necessária especial atenção quando a cor do objeto se confunde com alguma parte do ambiente, em alguns dos vídeos testados houve problema para seguir o objeto durante a cena e chegando a perdê-lo durante a execução. Na figura 3 temos um frame tirado de uma das gravações onde ocorre esse problema, os quadrados na figura 3 mostram as partes em que o "Object Tracker" se confunde e não consegue seguir o objeto desejado devido a uma "mancha" pequena na parede que tem cor parecida com a do objeto a ser seguido.

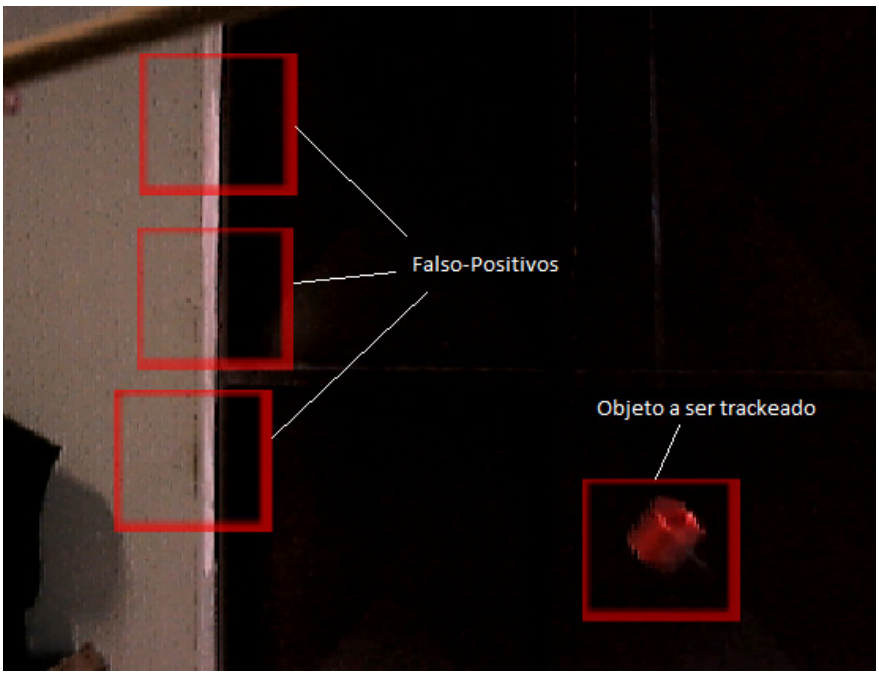


Figura 11: Ilustra dificuldade em seguir objeto com plano de fundo que possui baixo contraste

2.2. O componente Calibration

O componente "Calibration" representa a essência deste trabalho. Esse componente obtêm os parâmetros de calibração a partir dos dados processados pelos componentes "Object Tracker" e "Laser Filter".

Os dados produzidos pelo laser são representados como uma coordenada indicando que encontrou um objeto a certa distância do alvo, a angulação deste objeto e um time stamp, para indicar o momento em que ele passou pelo sensor do laser.

No caso da câmera os dados são coordenadas em duas dimensões, além do time stamp para saber o momento em que elas foram tiradas.

Tendo esses dados armazenados em buffers, é preciso encontrar nos dados da câmera o instante em que o objeto cruza o sensor do laser. Quando encontrar esse instante, as coordenadas tanto do laser quanto

da câmera serão armazenadas em um conjunto especial de dados.

Para entrar nesse conjunto especial de dados, outra condição é necessária, as coordenadas devem estar a uma distância razoável umas das outras. Essa condição reflete o fato de que se os pontos estiverem muito próximos o algoritmo enxergará os pontos basicamente no mesmo lugar, podendo prejudicar a precisão do resultado. O ideal é percorrer amplamente o espaço 3D disponível, assim garantiremos pontos distantes uns do outros.

Após passar pelo algoritmo de calibração o componente devolve os parâmetros extrínsecos de calibração da câmera e do laser 2D que são as coordenadas de rotação e translação dos frames desses dois sensores.

3. Avaliação dos Resultados Obtidos

No desenvolvimentos dos ensaios em experimentos reais, não se conseguia obter resultados conclusivos. Após busca exaustiva observou-se que o método utilizado pela biblioteca de otimização não estava bem condicionado matematicamente para o caso onde o alvo de calibração forma um plano próximo à perpendicular do plano imagem da câmera.

A causa principal deste problema é que todos os pontos utilizados para a calibração devem obviamente ser medidos pelo laser, e como o laser é 2D, todos estes pontos estão no mesmo plano de varredura. Como a câmera normalmente esta direcionada olhando para a frente do veiculo, e os feixes de laser também se propagam para a frente do veiculo, temos o caso geométrico problemático onde a otimização não consegue uma solução satisfatória. O artigo utilizado como referência dos trabalhos utilizou um alvo planar, que era um alvo próximo e paralelo ao plano imagem.

Como alternativas para continuidade dos trabalhos para a viabilização da disponibilização de um componente para calibração poderiam ser examinadas as seguintes alternativas: i) tentar utilizar um outro algoritmo da biblioteca Opencv ou mesmo de uma outra biblioteca, já que as causas principais estiveram relacionadas à documentacao do Opencv seré pouco clara em relação a forma de como construir/trasformar os pontos de entrada e saida do algoritmo; ii) abandonar a calibração com alvo pontual e implementar a calibração com alvo planar (tabuleiro de xadrez), mais convencional.

Essas dificuldades não foram superadas durante o período de permanência do estudante no programa, visto este ter programado o período de fim da iniciação cientifica para Fev 2011.

4. Conclusão

A importância do processo de calibração é indiscutível no contexto de robótica autônoma, pois e importante na obtenção de dados que serão usados no sistema de percepção do robô.

O projeto do componente de calibração permitiu o desenvolvimento do arcabouço do componente Orca para tal fim, entretanto limitações da biblioteca de otimização utilizada e do tipo de alvo utilizado forçam a avaliação de outras alternativas para a finalização desse componente.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - PIBIC/CNPq.

Referências

Bueno, S. S.; Azevedo, H., Mirisola, L. G. B. ; Paiva, E. C.; Ramos, J. J. G.; Victorino, A. C.; Azinheira, J. R. ; "Uma Plataforma para pesquisa e Desenvolvimento em Robótica Terrestre de Exterior". SBAI 2009 Simpósio Brasileiro em Automação Inteligente, Brasília, Outubro de 2009.

Martins, R. J.; Bueno, S.S.; Mirisola, L.G.B.; De Paiva, E. C.; Ferreira, P.A.V.; "Cinemática e Localização em Robótica Terrestre Usando Múltiplos Encoders"; X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2011), São João del-Rei - MG, Setembro de 2011

Mirisola, L.G.B.; Azevedo, H.; Ramos, J.J.G.; Bueno, S.S.; Azinheira, J.R.; de Paiva, E.C. "Validação Experimental de um Veículo Robótico Terrestre para Ambientes Externos". X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2011), São João del-Rei - MG, Setembro de 2011

Martins, R. J.; Bueno, S.S.; Mirisola, L.G.B.; De Paiva, E. C.; Ferreira, P.A.V.; "Localização em Robótica Terrestre: Fusão entre Odometria por Múltiplos Encoders e GPS"; X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2011), São João del-Rei - MG, Setembro de 2011

Helio Azevedo. "Plano de Desenvolvilmento – Veículo Elétrico".

ZeroC Inc. Ice, 2010. Disponível em: www.zeroc.com.

Qilong Zhang e Robert Pless. Extrinsic calibration of a camera and laser range finder. Em IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Sendai, Japan, Oct 2004.

EPFL.Cvlab, 2010, Dowload do software em: http://cvlab.epfl.ch/software/EPnP/index.php.

DESENVOLVIMENTO DE EXPERIMENTOS COM O ARCABOUÇO DE SOFTWARE ROBÓTICO ORCA EM VEÍCULO ROBÓTICO DE EXTERIOR

Lucas Moreira Vidigal Infante, Luiz Gustavo Bizarro Mirisola, Josué J. G. Ramos, Hélio Azevedo
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional - DRVC
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{infante.eng; luiz.mirisola; josue.g.ramos; hazevedo.cti}@gmail.com

Resumo

Este documento apresenta os resultados do projeto de Iniciação Cientifica do bolsista Lucas Moreira Vidigal Infante, realizado entre julho de 2010 e março de 2011. Foi realizado o desenvolvimento de um software supervisório para testes com o veículo robótico de exterior do projeto VERO. O desenvolvimento ocorreu em duas etapas, uma Generalista e outra Específica. Através da execução de testes do software supervisório com o veículo robótico, verificou-se a necessidade de melhorias de desempenho relacionadas a processamento. Após o estudo em maior detalhe da biblioteca de software de plotagem utilizada, foi implantada a melhoria de desempenho de processamento. Um novo período de realização de testes ocorreu, validando com resultados a melhoria de desempenho e as funcionalidades inicialmente desejadas que motivaram o desenvolvimento do software supervisório.

Palavras chave: Desempenho, Específica, Generalista, Processamento, Software, Supervisório.

1. Introdução

1.1. Projeto VERO e Software Supervisório

O Projeto VERO foca no desenvolvimento de veículo robótico para ambientes externos. As fases de implementação do sistema foram separadas em viabilidade da plataforma, fase teleoperada, fase autônoma, controle por visão e cooperação, em que a operação do sistema poderá utilizar diversas unidades autônomas com possibilidade de operação em cooperação.

Portanto, o projeto VERO propõe uma plataforma robótica, constituída pelo veículo e pela infra-estrutura robótica associada – com o intuito de suportar a pesquisa e desenvolvimento em robótica terrestre de exterior autônoma.

Para facilitar a observação das operações realizadas com o veículo robótico nos diversos testes a que deveria ser submetido; como o planejamento e execução de trajetória ou seu funcionamento teleoperado; foi proposto o desenvolvimento de um software supervisório capaz de processar os dados coletados pelos sensores (lasers, encoders, gps, entre outros) representando-os graficamente na máquina que atua como estação de terra no sistema computacional do Veículo Robótico.

O desenvolvimento do software supervisório foi desenvolvido em duas etapas:

- Generalista: Desenvolvimento da estrutura de software que permite ao usuário observar graficamente quaisquer dos atributos do sensor que deseja monitorar em função do tempo. Dessa forma, pode-se gerar gráficos do tipo “atributo X tempo” de quaisquer atributos de quaisquer sensores que sejam acoplados ao sistema do Veículo Robótico;

- Específica: Desenvolvimento da estrutura de software que permite ao usuário observar graficamente a composição de informações de dois atributos de um mesmo sensor. Dessa forma, gera-se gráficos do tipo “atributo X atributo” (por exemplo “latitude X longitude” provenientes de um gps) de quaisquer sensores acoplados ao veículo robótico. Nesta etapa, houve o planejamento e estruturação do software de forma a facilitar a inserção de novas composições de informações para a geração de gráficos.

1.2.Infraestrutura para Software Supervisório

Para o funcionamento do software supervisório faz-se necessária uma infraestrutura composta pelo arcabouço de software robótico ORCA, o middleware orientado a objetos ICE, bibliotecas de interface gráfica com Qt com suporte à linguagem de programação Python, bibliotecas matemáticas e de plotagem Qwt com suporte a Python e, finalmente, parte do código do projeto VERO.

O arcabouço de software robótico ORCA fornece as primitivas e objetos que modelam em software os componentes e sensores do veículo robótico, os quais se deseja monitorar. Dessa forma, através do modelo em software é possível interagir com o sensor real, acessando as informações por ele coletadas.

O middleware orientado a objetos ICE compõe a infraestrutura básica que permite a comunicação entre o software e os componentes e sensores do veículo robótico. Através do middleware torna-se possível a interação e troca de informações entre as máquinas que fazem parte da estrutura do veículo robótico (três máquinas embarcadas no veículo e uma máquina atuando como estação de terra para supervisão e controle).

As bibliotecas de interface gráfica Qt oferecem um conjunto de modelos e objetos utilizáveis e adaptáveis para o desenvolvimento de interfaces, permitindo tornar simples e intuitiva a visualização e controle do comportamento do software pelo usuário.

As bibliotecas matemáticas e de plotagem oferecem os modelos e funcionalidades que permitem processar os dados coletados nos sensores físicos reais (lasers, encoders, gpsm etc.) e apresentá-los de forma gráfica embutidos na interface gráfica do software supervisório, tornando mais fácil a interpretação e entendimento desses dados pelo usuário humano.

A parte do código do Projeto Veículo Robótico VERO utilizada pelo software supervisório refere-se aos modelos de software desenvolvidos para representar os componentes reais do veículo, como, por exemplo, os encoders nele utilizados. Essa parte de código do projeto VERO é baseada em ORCA, utilizando a mesma estrutura utilizada pelo ORCA para o modelamento de componentes.

Assim sendo, a estrutura utilizada para a implementação e utilização do software supervisório pode ser enxergada como uma composição de camadas que se comunicam e interagem.

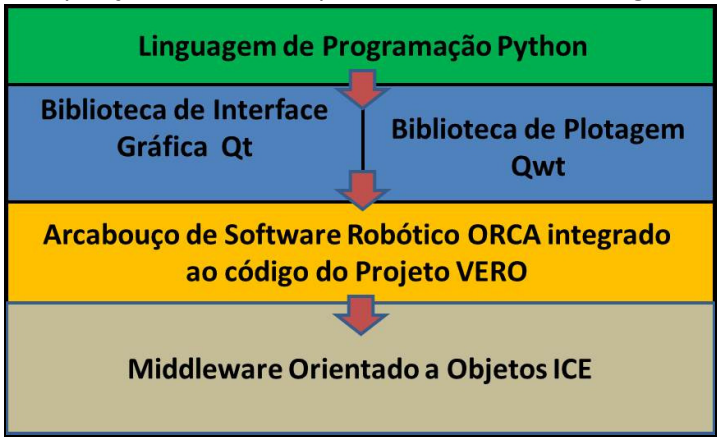

Linguagem de Programação Python
Biblioteca de Interface Gráfica Qt
Biblioteca de Plotagem Qwt
Arcabouço de Software Robótico ORCA integrado ao código do Projeto VERO
Middleware Orientado a Objetos ICE

Figura 1: Camadas que compõem estrutura do software supervisório.

2.Desenvolvimento

2.1Desenvolvimento Generalista

O início do desenvolvimento do software supervisório foi guiado pela necessidade de padronizar o código, tornando-o simples de ser mantido e atualizado, facilitando sua manutenção e a adição de novas funcionalidades. A principal vantagem do cumprimento de tais requisitos reside no fato de, ao adquirir e instalar novos sensores no veículo, com poucas linhas extras de código o software estaria pronto para se comunicar e processar os dados do novo componente, apresentando as informações de forma gráfica.

Desta forma, elaborou-se um cenário Generalista para o desenvolvimento inicial do software supervisório, em que o tipo de informação gráfica obtida para todos os sensores do veículo robótico é tratada da mesma forma e consiste em gráficos do tipo “atributo” x “tempo”, ou seja, no eixo das ordenadas tem-se os valores de determinado atributo do sensor desejado em função do tempo, que é representado no eixo das abscissas.

Para a implementação de modo generalista foi utilizado o padrão de projeto Factory, que permite a criação de objetos (no paradigma orientado a objetos) sem especificar a classe do objeto que será criado. Assim, pode-se agregar novos componentes de software de maneira simples, modificando muito pouco a estrutura do existente do software.

2.1.1 Interface

Na interface gráfica, ao iniciar o software, é mostrada uma lista dos sensores ativos no veículo robótico, ao selecionar um dos sensores ativos, uma segundo lista é exibida, contendo toda a hierarquia de atributos do sensor selecionado. Ao selecionar um atributo que possa ser plotado (uma “folha” na árvore de hierarquia de atributos), o usuário deve selecionar a quantidade de pontos de plotagem a serem exibidos simultaneamente. Caso o atributo selecionado seja do tipo lista, será permitido ao usuário selecionar qual posição da lista deseja plotar.

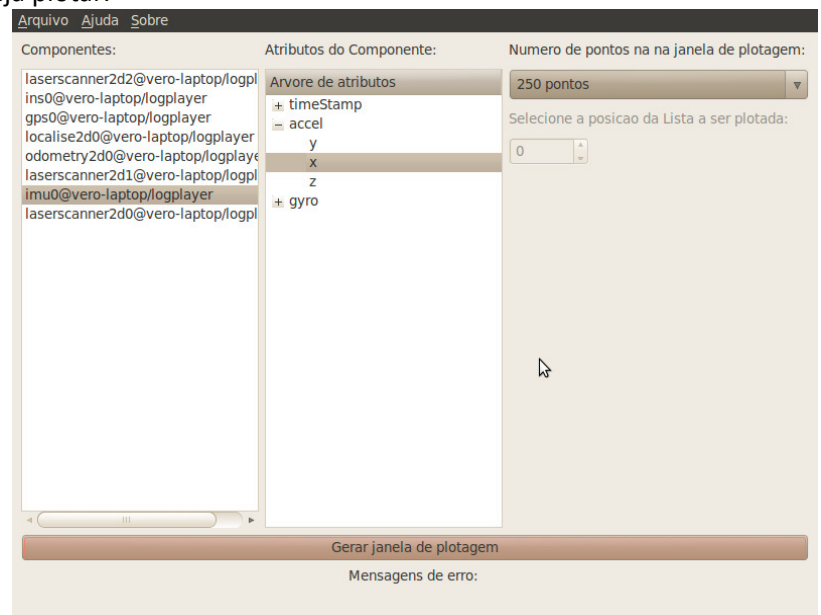


Figura 2: Janela para seleção de plotagem.

Ao fim da seleção, o usuário deve clicar sobre o botão “Gerar janela de plotagem”. Feito isso, uma janela de plotagem do tipo “atributo x tempo” é aberta em estado de pausa. O usuário deve então clicar sobre o botão “plotar”, podendo pausá-la através do botão “pausar”.

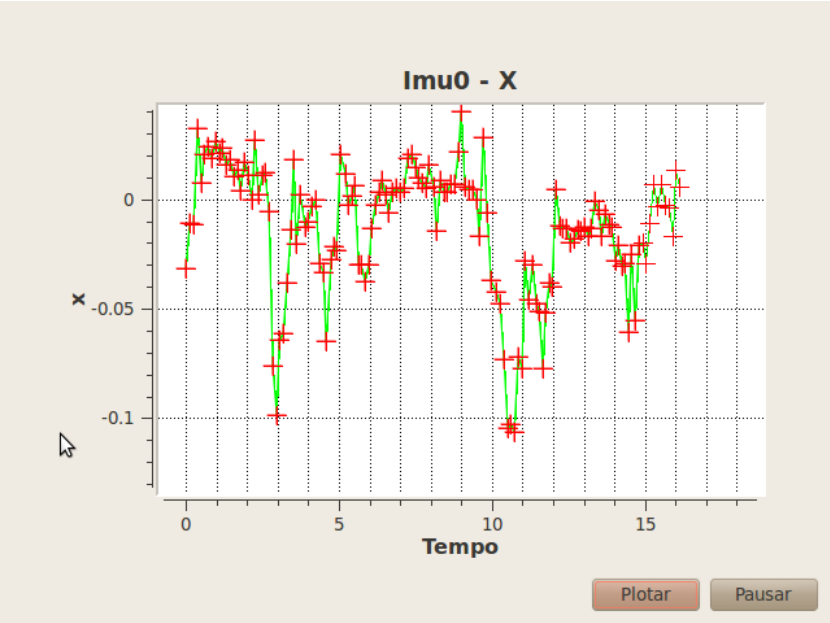


Figura 3: Plotagem de dados do Sensor Inercial.

Uma limitação imposta à interface é que mantenha no máximo quatro janelas de plotagem abertas simultaneamente. Foi tomada essa medida para evitar um consumo exagerado de memória/processamento pelo aplicativo. Esta limitação não prejudica o bom funcionamento do aplicativo e pode ser embasada, além no consumo de memória/processamento, na dificuldade de monitoramento de muitas janelas simultâneas por parte de um usuário, bem como na falta de espaço em tela para muitas janelas de forma satisfatória.

Convém ainda destacar a região existente abaixo do botão “Gerar janela de plotagem”, onde são exibidas em destaque todas as mensagens de erro e avisos durante a execução do software supervisório. Entre essas mensagens estão o aviso informando ao usuário sua tentativa de abrir mais de quatro janelas de plotagem simultâneas e a mensagem de erro caso o middleware não tenha sido inicializado (a inicialização do middleware não têm relação com o aplicativo) e por isso não seja possível iniciar comunicação com os sensores do veículo.

Na interface existe ainda um menu de ajuda, através do qual o usuário pode acessar uma página html com as instruções básicas de utilização do software e os guias para a inserção de novos componentes para plotagem generalista, no caso de um novo sensor ser acoplado ao veículo robótico.

2.1.2. Funcionamento

O funcionamento do software supervisório se dá através de múltiplas threads de execução, sendo elas:

- Thread de Interface: É a thread principal de funcionamento do software. Esta thread tem seu funcionamento subordinado à biblioteca de interface gráfica Qt, através dela são disparadas as demais threads do software e por intermédio dela as informações coletadas e processadas pelas demais threads podem ser exibidas na interface gráfica.
- Threads de monitoramento: São utilizadas para monitorar mudanças no ambiente do middleware. São capazes de detectar a ativação de um sensor durante a execução, listando-o junto aos demais na janela principal, como também a desativação de um sensor, removendo-o da lista na janela principal.
- Threads de Construção: São responsáveis por construir a árvore hierárquica de atributos do componente selecionado na lista da interface. Por ter sido implementado seguindo um modelo generalista, essa construção é feita no momento da seleção do componente (não está hardcoded),

disparando-se uma thread que executa métodos mutuamente recursivos para construir a árvore hierárquica de atributos.

- Threads de Coleta: Realizam conexão subscribe, através do middleware, sobre o sensor do qual pretendem receber dados. Sempre que novos dados são coletados pelo sensor, o middleware se encarrega de submetê-los à thread, que é acordada, encaminhando os dados recebidos para a thread de plotagem.
- Threads de Plotagem: Responsáveis por processar os dados recebidos através das threads de coleta, formatando-os e encaminhando-os para a thread de interface para que sejam exibidos na tela.

Durante o desenvolvimento da etapa de plotagem generalista do aplicativo, percebeu-se um problema de performance de execução, decorrente de atualizações muito frequentes nas curvas dos gráficos das janelas de plotagens. Em testes realizados, o software chegou a consumir aproximadamente 93% do processamento da máquina. Após um estudo mais detalhado dos módulos e métodos oferecidos pela biblioteca de interface gráfica Qt, a lógica de atualização dos dados na interface foi reimplementada.

Inicialmente, a lógica de atualização dos dados utilizava o método repaint(), que redesenha toda a curva de pontos sempre que um novo ponto de devia ser inserido na curva. A vantagem de utilizar esse método residia na comodidade de não precisar gerenciar as escalas dos eixos do gráfico. Após vasta leitura de documentação, descobriu-se o método draw(), que atualiza na curva exibida na tela apenas o novo ponto, desde que este seja um ponto sequencial (crescente) em relação aos pontos já presentes na curva.

Foi adotada uma lógica híbrida, utilizando o método draw() quando o ponto é sequencial e está coberto pela escala exibida na tela, e o método repaint() quando é preciso ordenar uma reestruturação das escalas e atualizar todos os pontos da curva exibida.

Esta lógica híbrida a performance foi melhorada sensivelmente. Os mesmos testes que antes chegavam a consumir 93% de processamento, passaram a consumir no máximo 28% de processamento.

2.2.Desenvolvimento Específico

Após a conclusão do Desenvolvimento Generalista, iniciou-se o processo de Desenvolvimento Específico. Foi realizado um levantamento inicial de tipos de gráficos úteis para o acompanhamento dos testes a serem realizados com o veículo robótico. Em seguida, foram implementados, utilizando o padrão de projetos factory, os gráficos com plotagens especificadas no levantamento.

Um dos gráficos implementados é a plotagem “latitude x longitude” do sensor de GPS, sendo muito útil para acompanhar e monitorar a trajetória do veículo nos testes de movimentação teleoperada e autônoma. É possível, através desta plotagem, traçar um mapeamento do percurso realizado pelo veículo.

Também nesta fase de desenvolvimento, foi incorporada a compatibilidade com um dos componentes de software do ORCA, o logplayer, que permite a leitura de arquivos de log. Assim, além de realizar plotagens em tempo real, o software supervisório também tornou-se capaz de gerar representações gráficas a partir de arquivos de log, reproduzidos pelo componente ORCA citado.

2.2.1. Interface

A interface utilizada para a etapa de desenvolvimento específico é a mesma do desenvolvimento generalista. Ao selecionar um sensor ativo na lista disponível na janela principal, as plotagens específicas disponíveis para esse sensor são listadas em conjunto com seus atributos (já mencionados na etapa generalista). Caso o usuário selecione uma das plotagens específicas, o fluxo comportamental e de execução do software é similar ao explanado na etapa generalista, diferindo no fato de que a seleção de “posição de atributo do tipo lista a ser plotada” fica sempre desativada.

2.2.2. Funcionamento

O funcionamento das plotagens específicas se utiliza das mesmas threads da plotagem generalista, o que difere é que para realizar esta plotagem, o número de threads utilizado é maior, visto que faz-se necessário monitorar e coletar dados de mais de um atributo do sensor selecionado para plotagem, em contraste com a plotagem generalista que representa graficamente o valor de um atributo em função do tempo.

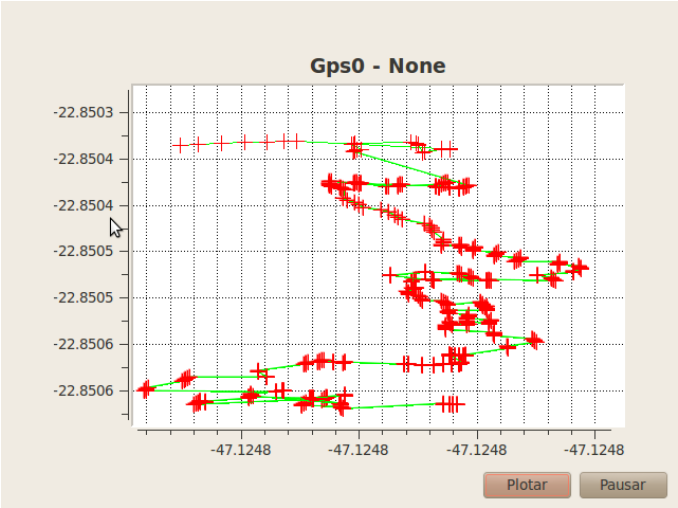


Figura 4: Plotagem Latitude x Longitude a partir de dados de GPS.

3. Conclusões

3.1. Conclusão da etapa generalista

A etapa de desenvolvimento generalista cumpriu com seu objetivo, estruturando a aplicação de supervisão de forma a tornar seu código simples para manutenção e adição de novos componentes e funcionalidades. A reimplementação da lógica para exibição dos dados garantiu uma melhoria de desempenho de aproximadamente 66% através da combinação dos métodos utilizados para exibição gráfica dos pontos em uma curva de plotagem.

3.2. Conclusão da etapa específica

A utilização da estrutura criada na etapa generalista permitiu a expansão da funcionalidade do aplicativo supervisório, tornando-o capaz de gerar representação gráfica a partir de arquivos de log, o que permite a análise posterior à realização de testes, bem como agregando novos tipos de informação capaz de ser coletada a partir dos sensores do veículo.

Dessa forma, o desenvolvimento do aplicativo supervisório demonstrou-se de considerável importância para um melhor acompanhamento, monitoramento e interpretação dos testes realizados com o veículo robótico do projeto VERO.

Agradecimentos

Agradeço o CNPq que por meio do programa PIBIC viabilizou o desenvolvimento desse trabalho através do oferecimento de bolsa de iniciação científica.

Agradeço à equipe do DRVC/CTI que ofereceu todo suporte para realização desse trabalho.

Agradeço em especial aos meus orientadores Hélio Azevedo, Josué Ramos e Luiz Mirisola que me concederam a oportunidade e forneceram o suporte necessário para o desenvolvimento do projeto.

Referências

Bueno, S.S.; Azevedo H.; Mirisola, L.G.B.; de Paiva, E.C.; Ramos, J.J.G.; Victorino, A.C.; Azinheira, J.R.; (2009). Uma Plataforma para Pesquisa e Desenvolvimento em Robótica Terrestre de Exterior.

Martins, R. J.; Bueno, S.S.; Mirisola, L.G.B.; De Paiva, E. C.; Ferreira, P.A.V.; "Cinemática e Localização em Robótica Terrestre Usando Múltiplos Encoders"; X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2011), São João del-Rei - MG, Setembro de 2011

Mirisola, L.G.B.; Azevedo, H.; Ramos, J.J.G.; Bueno, S.S.; Azinheira, J.R.; de Paiva, E.C. "Validação Experimental de um Veículo Robótico Terrestre para Ambientes Externos". X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2011), São João del-Rei - MG, Setembro de 2011

Martins, R. J.; Bueno, S.S.; Mirisola, L.G.B.; De Paiva, E. C.; Ferreira, P.A.V.; "Localização em Robótica Terrestre: Fusão entre Odometria por Múltiplos Encoders e GPS"; X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2011), São João del-Rei - MG, Setembro de 2011

Ice Documentation. Disponível em: <http://www.zeroc.com/download/Ice/3.3/Ice-3.3.1.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2011.

PyQt Documentation. Disponível em:
< http://www.riverbankcomputing.co.uk/static/Docs/PyQt4/html/classes.html >. Acesso em: 20 de agosto de 2011.

Qwt Documentation. Disponível em: < http://qwt.sourceforge.net/annotated.html > Acesso em: 20 de agosto de 2011.

INTEGRAÇÃO DE SISTEMA DE NAVEGAÇÃO INERCIAL AUXILIADO POR SINAIS DE GPS EM VEÍCULO ROBÓTICO DE EXTERIOR

Fernando C. Casanova; Paulo C. Berardi; Luiz G. Bizarro Mirisola; Hélio Azevedo; Josué J. G. Ramos; Douglas Figueiredo
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional - DRVC
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
fernandoccasanova@gmail.com

Resumo

A disponibilização de um sistema que possibilite a obtenção dos dados de trajetória de um veículo, com a utilização de sensores de baixo custo, representa um resultado importante para o projeto Vero [1] desenolvido pela DRVC/CTI. Técnicas de fusão de sensores permitem alcançar esse objetivo, entretanto a avaliação da precisão dos resultados alcançados exige a comparação com dados obtidos por um sistema confiável e robusto, com custo muito superior aos sensores originais do sistema. Nesse sentido, a integração de um sistema de navegação inercial auxiliado por sinais de uma antena GPS (GPS/INS), como o POSLV [2] da Applanix, constitui um importante passo para a viabilização dessas avaliações. O presente trabalho aborda a instalação e a implementação de um pacote de drivers específico para o POSLV, possibilitando sua integração ao ambiente utilizado no veículo do projeto Vero.

Palavras-chave: Veículo Robótico, Software, Integração; GPS

1. Introdução

1.1. Motivação e objetivos

O desenvolvimento de sistemas autônomos é de grande importância para a formação de tecnologia necessária para impulsionar um país e sua presença é notória nos mais diversificados aspectos da vida moderna, desde sensores e controladores em geladeiras até em veículos automotores. Dentro dessa perspectiva é de especial interesse o domínio de veículos autônomos com aplicações que se estendem desde a área militar até mapeamentos geográficos em diferentes modalidades (ambientais, agrícolas, minerais, ecológicas, entre outras).

A DRVC/CTI busca em uma de suas linhas de pesquisa o desenvolvimento e a implementação de soluções em robótica móvel para diversos ambientes (terrestre, aquático e aéreo) através do projeto de um veículo robótico. O objetivo deste trabalho consiste na integração do sistema POSLV da Applanix ao software embarcado nesse veículo.

1.2. O projeto VERO

O sistema Veículo Robótico é uma das atividades da linha de pesquisa “Desenvolvimento e Aplicação de Veículos Robóticos com Graus de Autonomia Crescente” da Divisão de Robótica e Visão Computacional do CTI.

O projeto Veículo Robótico foca na construção de um robô móvel para ambientes externos. Veículos robóticos terrestres de exterior locomovem-se comumente usando rodas, em diferentes configurações de tração e direção. Se por um lado modelos cinemáticos e leis de controle já estão relativamente bem estabelecidas, existem ainda, nessa área, desafios científicos e tecnológicos quando se trata do uso desses veículos em campo (i.e. sujeitos a inclinações, escorregamentos, efeitos dinâmicos da interação veículo-terreno, etc.) e, mais ainda, no que concerne à percepção e navegação autônoma e robusta em ambiente não estruturado de exterior.

Neste contexto, o projeto VERO propõe uma plataforma robótica, caracterizada pelo veículo em si e pela infraestrutura robótica associada, destinada a suportar a pesquisa e desenvolvimento em robótica terrestre de exterior autônoma.

1.3. O arcabouço Orca

Para ser embarcado no veículo do projeto VERO, a DRVC adotou o arcabouço Orca [3]: um framework aberto, baseado em componentes, usado principalmente para o desenvolvimento de sistemas robóticos. Sua adoção no projeto é justificada principalmente por suas ferramentas de ativação e monitoramento, facilitando o controle e a supervisão de diversos componentes em um sistema distribuído.

Outra importante característica do arcabouço, muito explorada no presente trabalho, é a separação entre as camadas de componentes e de drivers, através de interfaces padronizadas do próprio Orca, permitindo através dessa independência, o reuso dos mesmos drivers por outros frameworks. Para isso, cada componente Orca é apoiado por dois elementos: Hydro e Gearbox, conforme apresentado na Figura 1.

O Gearbox é responsável pelo gerenciamento dos dispositivos de hardware, desde estabelecimento da conexão até interpretação dos dados recebidos.

O Hydro padroniza a interface de um device driver Gearbox, implementado por terceiros, de forma que seus dados possam ser utilizados por uma camada final do componente para torná-los acessíveis a outros componentes do framework.

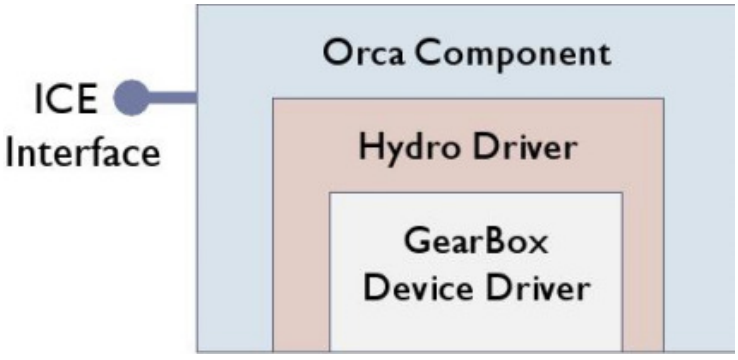


Figura 1: Camadas de um componente Orca.

1.4. O POSLV

A Applanix é uma empresa de soluções em mapeamento e posicionamento de sistemas móveis, que desenvolve em particular um sistema para supervisão de veículos terrestres: o POSLV (Figura 2), composto por uma central de processamento, um IMU (Inertial Measurement Unit) e uma antena de GPS. Este sistema de orientação compacto e totalmente integrado utiliza tecnologia de navegação inercial auxiliada por sinais de GPS para gerar soluções de posicionamento para veículos terrestres.

Figura 2: O sistema de GPS/INS da Applanix, o POSLV é composto por uma central de processamento, um IMU e uma antena de GPS.

2. Integração do sistema de GPS/INS da Applanix no veículo

A DRVC adquiriu recentemente o POSLV, com a finalidade de integrá-lo ao veículo robótico e aperfeiçoar os sistemas embarcados pela grande precisão e robustez desse sistema. Juntamente com o POSLV, é fornecido também um software chamado LV-POSView, capaz de mostrar em sua interface os dados coletados pelo sistema, bem como, configurar e calibrar suas funcionalidades.

Para aumentar sua precisão, o POSLV possui um sistema de correções de posicionamento global em tempo real (Real Time Kinematics – RTK) feitas por uma antena base de GPS (Figura 3a), que deve permanecer em uma posição fixa ao longo de sua operação. Foi necessário configurar tanto o POSLV quanto a antena base para respeitarem um protocolo único de comunicação bem como implementar um link de radio freqüência entre ambos. Ao final da instalação, testes em campo aberto, monitorados pelo software LVPOS View, permitiram observar o correto funcionamento do sistema de RTK, aumentando sensivelmente a precisão de posicionamento do sistema.

O POSLV também é capaz de utilizar em seu algoritmo de processamento, sinais de um encoder (DMI) acoplado a uma das rodas do veículo. Esses sinais, além de contribuírem para a correção da trajetória, tornam mais robusta a inicialização do sistema. Como não foi adquirido o encoder da Trimble próprio para o Applanix, foi necessária a implementação de uma interface para adaptação dos sinais do encoder já presente no veículo (Figuras 3b e 3c), sem prejudicar a comunicação que havia até então desse com o software embarcado.

(a) (b) (c)

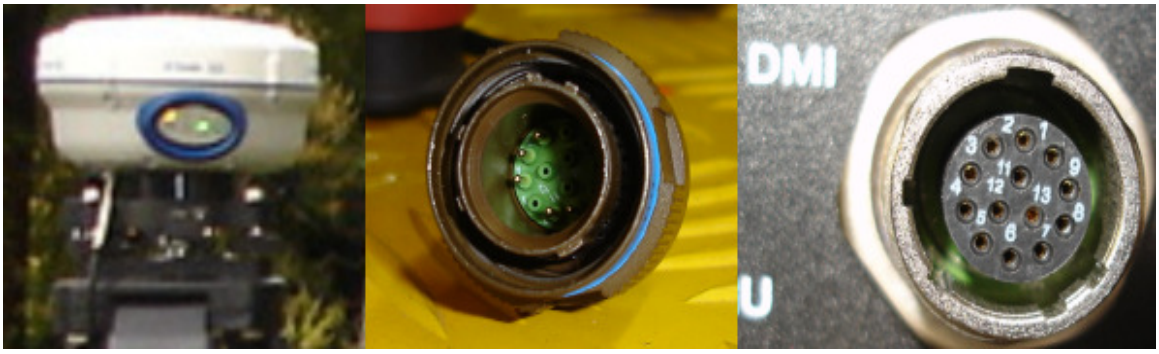


Figura 3: (a) Antena base de GPS, (b) e (c) Interface para utilizar sinais do enconder do carro.

Ao final dessa etapa, após a verificação do funcionamento das dependências citadas acima, foi possível que todas as partes que compõem o sistema pudessem ser instaladas no veículo, configuradas e calibradas. Testes finais mostraram que, em campo aberto e condições meteorológicas favoráveis (como

ausência de nuvens e neblina), o Applanix foi capaz de determinar seu posicionamento global com uma precisão que chegou a picos de até dois centímetros de erro (RMS).

3. Desenvolvimento de drivers específicos para o POSLV

O arcabouço Orca, embarcado no veículo, é baseado no processamento de diferentes componentes distribuídos, havendo um componente específico e determinado para sistemas de GPS/INS. Portanto, é necessário e suficiente que o framework receba através de drivers específicos os dados gerados pelo POSLV, para que possa assim utilizá-los em seu algoritmo.

O site para downloads do framework Orca [6] disponibiliza um pacote de drivers para o sistema de GPS/INS da Novatel, denominado SPAN [4]. Embora a implementação desse pacote seja diferente do que objetivamos criar para o sistema da Applanix, seu estudo possibilitou entender o funcionamento do Gearbox e do Hydro, sugerindo inclusive uma hierarquia de classes para ser adotada no desenvolvimento do novo driver.

Outra peça fundamental para o desenvolvimento do driver para o POSLV, na camada do Gearbox, foi a utilização do driver presente no framework ROS [4]. O ROS é semelhante ao Orca, e possui uma classe com métodos próprios para a comunicação com o sistema POSLV. Foram aproveitados os métodos que estabelecem uma conexão TCP/IP com o dispositivo para recebimento de dados, e criadas estruturas específicas para armazenarem os pacotes de informações relevantes para o projeto VERO. Devido à independência entre o componente e o driver concebida pelo arcabouço Orca, bastou nesse momento escrever código Hydro que padronizasse a escrita da interface do componente para sistemas de GPS/INS com os dados recebidos pelo Gearbox.

Ao final, após a implementação do Hydro, foi constatado um comportamento inesperado por parte do componente Orca em questão: diferentemente dos outros componentes, este não reinicia a leitura do driver caso este não esteja respondendo, o que se tornaria um problema se o POSLV fosse desligado durante sua operação. Para contornar essa situação, não querendo correr o risco de afetarmos alguma interdependência do componente, implementamos a estratégia de reiniciar a comunicação com o dispositivo a partir de código no Hydro, sempre que fosse detectada ausência de comunicação.

4. Conclusão

Após estudos sobre o funcionamento do POSLV em conjunto com todas as suas dependências externas, como a antena base e o encoder, o sistema foi configurado, calibrado e instalado adequadamente. Quanto ao arcabouço embarcado no veículo, o desenvolvimento de um pacote de drivers que proporcionasse o uso dos dados gerados no POSLV pelo respectivo componente Orca, possibilitou que a integração do sistema de GPS/INS fosse concluída, dando início a uma fase de testes que permitirão que novos usuários possam avaliar e desenvolver técnicas de navegação mais eficazes e baratas para o veículo do projeto VERO.

Agradecimentos

Agradeço o CNPq que por meio do programa PIBIC viabilizou o desenvolvimento desse trabalho através do oferecimento de bolsa de iniciação científica.

Agradeço à equipe do DRVC/CTI que ofereceu todo suporte para realização desse trabalho.

Agradeço em especial aos meus orientadores Hélio Azevedo, Josué Ramos e Luiz Mirisola que me concederam a oportunidade e forneceram o suporte necessário para o desenvolvimento do projeto.

Referências

[1] Bueno, S.S. (2009), Azevedo, H.; Mirisola, L.G.B.; De Paiva, E.C.; Ramos, J.J.G.; Victorino, A.C.; Azinheira, J.R.; "Uma Plataforma para Pesquisa e Desenvolvimento em Robótica Terrestre de Exterior"; IX Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI- 2009), Brasília, DF, Brasil, Setembro 2009.

[2] Applanix; "POS LV V4 Installation and Operation Guide"; Document # PUBS-MAN-000048; Revision 5; Junho 2008.

[3] Mirisola, L.G.B; "Orca Complementary Tutorial"; http://sites.google.com/site/luizmirisola/tutorials ; acessado em Outubro 2010.

[4] http://www.novatel.com/products/span-gnss-inertial-systems/ ; acessado em Agosto 2011.

[5] http://www.ros.org ; acessado em Agosto 2011.

[6] http://orca-robotics.sourceforge.net/ ; acessado em Agosto 2011.

CONTROLE DE VELOCIDADE PARA DOIS MOTORES DE CORRENTE CONTÍNUA DE UM VEÍCULO ROBÓTICO

Tiago Tarossi, Josué J. G. Ramos
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional - DRVC
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
tiagotarossi@gmail.com

Resumo

Este documento apresenta os resultados do projeto de Iniciação Cientifica do bolsista Tiago Tarossi, realizado entre agosto de 2010 e julho de 2011. O projeto desenvolvido foi criar um sistema de controle para os motores de tração de um veículo robótico, e otimizá-lo de forma a considerar mudanças na direção da trajetória.

Palavras chave: Robótica, Microcontroladores, Controle, Protocolo CAN, Encoders.

1. Introdução

O projeto VERO (veículo robótico) do departamento de robótica e visão computacional (DRVC) do CTI consiste de vários segmentos, para que no fim tenhamos um veículo totalmente autônomo, utilizando desde leitura de GPS até visão computacional (Bueno et. al., 2009).

Para que isso seja possível, temos vários componentes funcionando em conjunto, desde a parte mecânica do veículo robótico (Freedom; 2011) até o sistema embarcado, que consiste de computadores, câmeras e sensores.

Para o funcionamento pleno desse sistema, precisamos de uma precisão não só nos sensores mas também nos sistemas de atuação do veículo. Com essa finalidade, quando da construção do veículo, ao invés de usar apenas um motor para a tração, foram utilizados dois motores CC de imã permanente, de forma que seja possível realizar curvas sem arrastar uma das rodas. Com isso, a partir de um sistema de controle que leve em consideração se o carro está em uma reta ou em uma curva, é possível mudar a velocidade desses motores garantindo uma trajetória uniforme durante a manobra.

Um outro aspecto esta associado aos motores CC, cuja construção não leva a uma grande precisão, produzindo velocidades distintas mesmo ao receber uma mesma tensão. Assim é também função do sistema de controle garantir que os motores rodem na mesma velocidade.

1.1. Sistema de controle

Um sistema de controle realimentado é mostrado na figura 1. Nesse sistema, R é a entrada do sistema, W e V são entradas de ruído. A planta corresponde ao nosso motor DC, o sensor no nosso caso são os encoders e quem faz o papel do controlador e trata das leituras dos encoders é um microcontrolador PIC. A entrada no nosso caso pode ser tratada ou não. Mais detalhes serão dados no decorrer do trabalho.

O tipo de controlador escolhido para controlar a velocidade do nosso motor DC foi o PI.

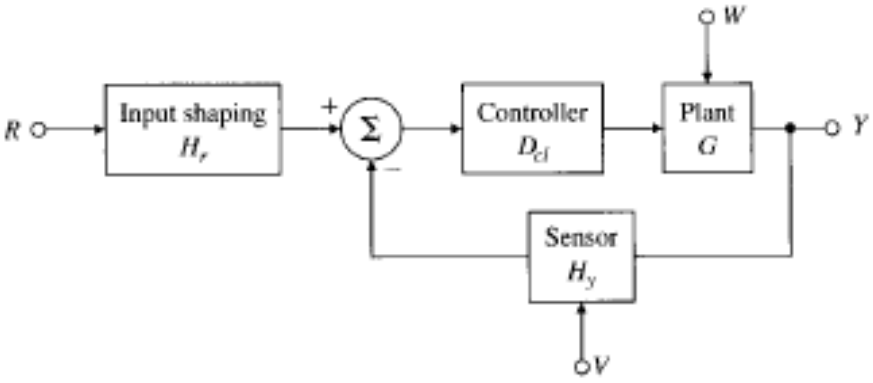


Figura 12: Sistema realimentado

1.2. A rede CAN

O VERO possui diversos elementos, e para que esses operem adequadamente, todos esses elementos devem ter uma comunicação entre eles. No nosso veículo, a comunicação escolhida foi uma rede CAN de comunicação (Pinheiro et al.. 2009), pela qual utilizando apenas um cabo e os microcontroladores, é possível codificar uma informação que é transmitida através desse cabo único, e é reconhecida apenas por um elemento do VERO (por um microcontrolador).

2. Desenvolvimento

O escopo do projeto consiste basicamente da programação do microcontrolador para realizar o controle de velocidade das rodas. O programa do microcontrolador procede da seguinte maneira: primeiramente, ele recebe duas posições em sequência do encoder, calculando a velocidade atual da roda. Em seguida, o algoritmo de controle determina o novo comando para os motores, de forma alcançar a velocidade programada.

2.1. Inicialização do programa

Na inicialização do microcontrolador, há vários passos necessários para seu funcionamento. Muitos dos parâmetros já são definidos pelo próprio compilador da linguagem C, apenas citando alguns valores, como: freqüência de oscilação ou configuração da rede CAN.

Inicializado o microcontrolador, devemos iniciar as variáveis que serão utilizadas, de forma a não utilizar valores que possam estar aleatoriamente em algum espaço de memória que será utilizada pelo programa. As variáveis estão em sua maioria armazenadas em estruturas, visando facilitar o entendimento e criação do algoritmo.

Após essa configuração temos dois passos importantes para o funcionamento do algoritmo:

1 º) Envia-se duas mensagens CAN com os endereços 0x204 e 0x205, que tem como função ativar a leitura do encoder incremental (Honher b, 2011) que mede a posição dos motores de tração. A informação enviada nessa mensagem corresponde ao período em ms dessa leitura.

2 º) Envia-se uma mensagem CAN para o endereço 0x020, com um valor de 1. Isso faz com que o microcontrolador ligado ao encoder absoluto (Honher a, 2011) envie a posição atual da direção, de forma que depois possamos implementar corretamente a compensação da velocidade das rodas traseiras de acordo com o ângulo da direção.

2.2. O cálculo da velocidade

A variável básica que visamos calcular é a velocidade, e essa não é fornecida diretamente pelo encoder. Então precisamos pegar a posição oferecida pelo encoder e calcular e velocidade considerando o período de coleta (10ms).

Um fato curioso do nosso sistema é que, por implementação mecânica, os encoders são invertidos, ou seja, um dos encoders incrementa quando anda para frente, e o outro decresce quando anda para frente. Isso foi resolvido simplesmente invertendo a velocidade calculada para o encoder invertido.

A seguir, é feita a conversão dessa velocidade para um valor em rotações por hora. Essa unidade foi escolhida porque se utilizássemos o RPM, teríamos uma precisão mais baixa na velocidade, mas usando RPH, rotações por hora, temos uma resolução melhor de valores.

2.3. Recepção de velocidade desejada

O controlador para exercer sua função tem que receber periodicamente o valor da velocidade desejada para os motores (isso foi implementado de forma que, caso não haja mensagem, o controlador interpreta como um comando de velocidade zero).

Para atender a todas as necessidades futuras do nosso veículo robótico, temos 3 tipos de recepção para nosso controlador:

-Código CAN 0x250: esse comando é enviado pelo joystic do próprio carro, em operação local. Esse comando tem um valor que fica na faixa de 0 a 1023, sendo a faixa de 0 a 511 a ré do carro, e a faixa de 513 a 1023 para movimentar para frente. Para que essa forma seja possível, convertemos esse valor entre -3600 e 3600, sendo o zero o comando para o carro parado. Esse valor foi escolhido, porque quando o carro está no chão, essa é a velocidade máxima estimada, para frente e para trás. No caso dessa mensagem, há a compensação da velocidade das rodas traseiras de acordo com o ângulo de direção, que será explicado posteriormente.

-Código CAN 0x251, modo 0: esse comando pode ser enviado por um software de controle no nosso sistema embarcado. O modo é o primeiro byte da mensagem CAN. No modo 0, a mensagem tem duas velocidades, uma para a roda direita e uma para a roda esquerda. A velocidade nesse caso já é a desejada em rotações por hora, sem qualquer correção.

-Código CAN 0x251, modo 1: também enviado pelo sistema embarcado, com a diferença de que apenas uma velocidade é recebida para as duas rodas, e nesse caso há a compensação da velocidade dos motores de acordo com o ângulo de direção.

2.4. O algoritmo de controle

De posse da velocidade atual das rodas e da velocidade desejada de ambas, podemos agora implementar o algoritmo de controle. O controle escolhido foi o PI (proporcional integral), uma vez que esse foi considerado suficiente para atender a nossas condições, além do sistema anterior do VERO já possuir amortecimento prévio.

Para o controle, é calculado inicialmente o erro entre a velocidade desejada e a velocidade atual, simplesmente subtraindo a velocidade desejada da atual. Depois disso, dividimos o erro por 8, pois esse é o fator de conversão aproximado entre o valor de velocidade em counts e o comando que será enviado para a caixa de controle de velocidade. Agora, esse erro de comando é utilizado para realizar o controle, através dos ganhos proporcional e integral. Em seguida, o erro é somado à integral do erro, para o próximo comando.

Os valores utilizados dos ganhos foram determinados experimentalmente, conforme explicado a seguir.

2.5. Determinação dos ganhos kp e ki

Para a determinação dos ganhos integral e proporcional do nosso controlador, foram feitos diversos experimentos, tais que alterando os ganhos, víamos o resultado na prática. Alguns dos gráficos são mostrados a seguir, para os ganhos determinados:

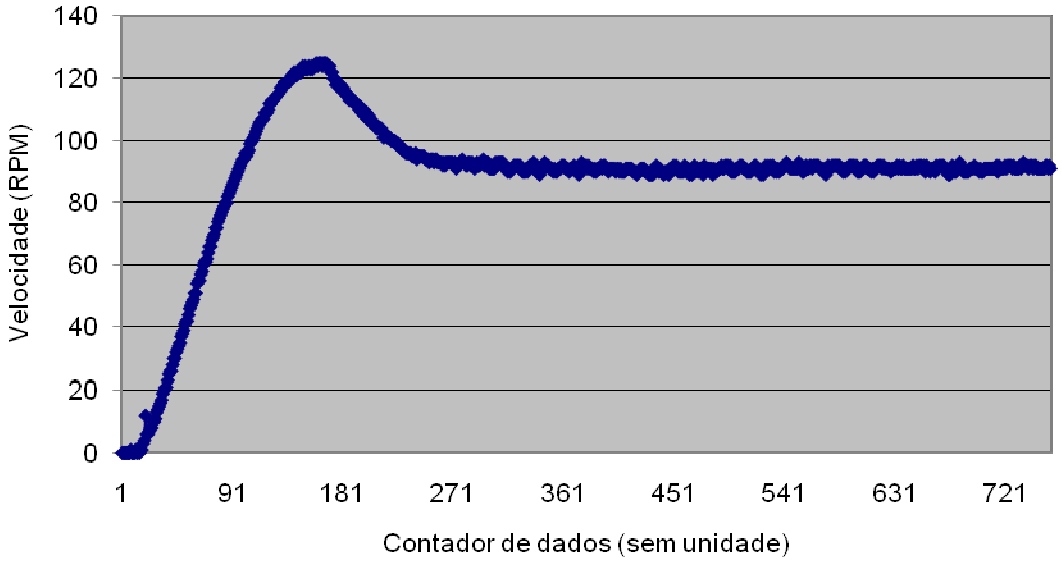


Figura 2: kp = 1/32 e ki=1/64

Vemos que tínhamos inicialmente um grande sobre-sinal e um tempo muito grande de subida. Em seguida, alteramos os ganhos e obtemos:

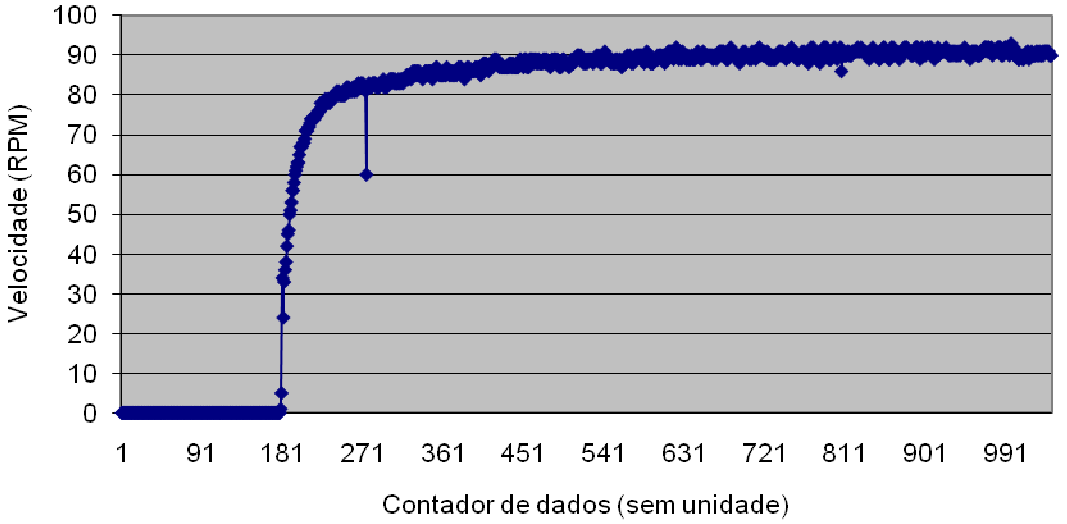


Figura 3: kp=2 e ki=1/64

Nesse caso, já não temos sobre-sinal, porém ainda temos um tempo grande de subida, o que ainda nos levou a tentar novos ganhos, e no fim obtemos:

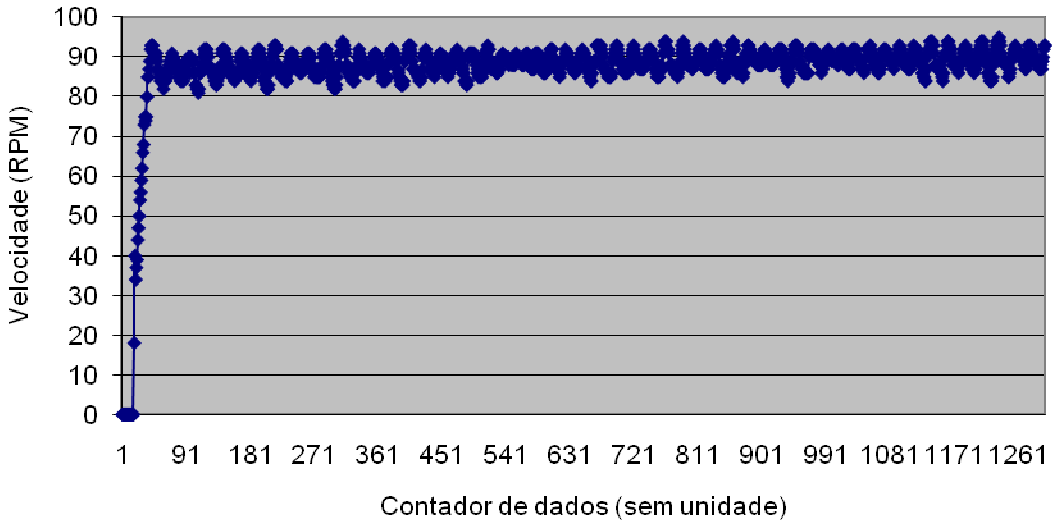


Figura 4: kp=16 e ki=1/64

Essa implementação, de acordo com o desejado para o nosso veículo, mostrou-se sendo a melhor, uma vez que o tempo de subida é rápido e não há sobre-sinal.

2.6. Diferencial das rodas traseiras

Como temos dois motores de tração, um para cada roda traseira, podemos implementar também em nosso controle uma diferenciação da velocidade dos dois motores, de forma realizar a mesma função do diferencial mecânico dos veículos comuns.

Para implementar essa função, implementamos uma equação que determina um fator multiplicativo utilizado para o calculo da velocidade das rodas de tração.

3. Conclusões

O desenvolvimento do controle de velocidade por malha fechada se mostrou efetivo. Com esse controle, e com a implementação do diferencial, o sistema de tração do veículo robótico se tornou estável permitindo a evolução do projeto.

Como melhorias futuras podemos otimizar os ganhos para considerar situações especificas como escorregamentos e inclinações.

Agradecimentos

Agradeço o CNPq que por meio do programa PIBIC viabilizou o desenvolvimento desse trabalho através do oferecimento de bolsa de iniciação científica.

Agradeço à equipe do DRVC/CTI que ofereceu todo suporte para realização desse trabalho.

Agradeço em especial ao meu orientador Josué Ramos que me concedeu a oportunidade e suporte necessários para a conclusão desse projeto.

Referências

Bueno, S.S.; Azevedo H.; Mirisola, L.G.B.; de Paiva, E.C.; Ramos, J.J.G.; Victorino, A.C.; Azinheira, J.R.; Uma Plataforma para Pesquisa e Desenvolvimento em Robótica Terrestre de Exterior, IX Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI – 2009), Brasilia, DF, Brasil, setembro 2009

Freedom Veículos Elétricos, Plataforma Robótica, Manual do Usuário, versão 1.10; 2011

Honher a, Manual Encoder Absoluto eixo rígido Honher série 65. Site acessado em 14/06/2011: http://admin.csprojetos.com.br/api/download/anexo.php?id=123

Honher b, Manual Encoder Incremental eixo rígido Honher série 13. Site acessado em 14/06/2011: http://admin.csprojetos.com.br/api/download/anexo.php?id=92

Pinheiro, T. T.; Azevedo, H.;, Ramos, J.J.G.; Figueiredo, D.; Estudo e Implementação de Uma Plataforma CAN Para Leitura de Sensores e Controle de Motores. XI Jornada de Iniciação Científica do CTI, 2009

RÓBOTICA PEDAGÓGICA DE BAIXO CUSTO: EVOLUÇÕES NO SOFTWARE BLOCOS E MONITOR

Marcelo Bazzani Pinto de Moura, Josué J. G. Ramos
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional - DRVC
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
marcelobpm@gmail.com, josue.ramos@cti.gov.br

Abstract

Pedagogical robotics is a powerful tool in Brazil's educational scenario, involving various concepts, form digital inclusion to a alternative education, increasing interest of the students on school subjects. But as most of the solutions in this area have an elevated cost for developing countries like Brazil, it's necessary to provide a low-cost alternative, in this context it was developed a open-source software named Blocos, which aims to make easier programming the robots, making it more intuitive. This article presents an work in evolving the said software, implementing more tools and correcting bugs.

Resumo

A robótica pedagógica constitui um recurso poderoso no atual cenario educacional do pais, trabalhando diversos conceitos, da inclusão digital ao ensino diferenciado, aumentando o interesse dos alunos nas diciplinas escolares. Mas como a maioria das soluções tem um preço muito elevado para paises em desenvolvimento, como o Brasil, é necessario disponibilizar alternativas de baixo custo, fazendo com que o projeto se torne viável nas escolas, nesse contexto foi desenvolvido um software aberto chamado Blocos, visando facilitar a programação dos robos, deixando-a mais intuitiva. Este artigo apresenta um trabalho de melhora no software citado, visando implementação de novas funcionalidades e correção de bugs.

Palavras chave: robótica pedagógica, software, hardware, programação

1. Introdução

1.1. Robótica Pedagógica

O objetivo dos kits de robôs didáticos é promover ao adolescente o contato com uma série de tecnologias através de experimentos lúdicos. O principal representante dessa categoria é o kit chamado Lego Mindstorms. O grande problema desse sistema numa realidade brasileira é o alto custo para esse sistema, atualmente este valor é de R$1200,00.

A Figura 1 mostra os componentes principais de um kit de robótica pedagógica. Os kits para robótica pedagógica consistem geralmente de um dispositivo de programação, um Computador de Bordo e outros dispositivos. No dispositivo de programação, um computador com uma interface de software, é elaborada uma estratégia de controle e carregada no computador de bordo. O computador de bordo, um processador capaz de analisar entradas e controlar saídas, é carregado com um sistema em que o usuário determina como será feito o experimento. O experimento é controlado pelos dispositivos, sensores e motores, conectados ao computador de bordo. Assim têm-se um robô, ou outro dispositivo, capaz de executar as instruções do usuário.

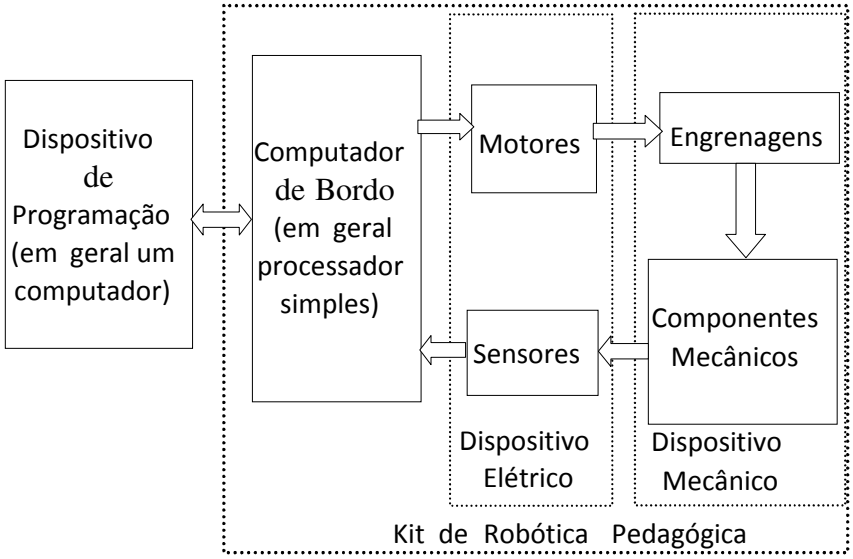


Figura 1: Componentes gerais de um experimento

Um ambiente de robótica pedagógica pressupõe a existência de professor, aluno e ferramentas que propiciam a montagem, automação e controle de dispositivos robóticos. Alunos e professores interagindo entre si e com essas ferramentas produzem novos conhecimentos caracterizando esse ambiente como um ambiente pedagógico que não existe a priori.

Numa sala de aula o ambiente de Robótica Pedagógica permite criar uma representação do real criando-se a possibilidade de se apre(e)nder a realidade por meio da brincadeira. Sob essa aura de diversão existe uma finalidade muito séria: brincar com a própria realidade permite que o sujeito entenda mais o mundo em que vive. “Brincar é aprender”, (Geus, 1998 p. 53). Desenvolver atividades no ambiente Robótica Pedagógica nos propicia esse brincar através da montagem de dispositivos como forma de aprender.

Na montagem de dispositivos podem-se utilizar peças mecânicas tais como rosca sem-fim, engrenagens, eixos, cremalheiras, correias dentadas etc., para montar estruturas mecânicas. Essas peças são devidamente acopladas respeitando princípios da Mecânica, da Física, da Matemática, buscando trabalhar os conceitos de uma forma interdisciplinar. Além disso, utilizam componentes elétricos como motores, sensores (de luz, toque, temperatura, som, posição), lâmpadas, que possibilitam o acionamento dos dispositivos.

Na automação e controle dos dispositivos elabora-se programas utilizando software do tipo SuperLogo, Blocos, LogoBlocks, ou Robolab que são software elaborados com propósitos educacionais. Além disso, podemos utilizar o módulo programável, Robotic Command Explorer (RCX) da LEGO.

A Figura 2 apresenta os principais componentes de um experimento de robótica de baixo custo. A parte superior mostra a interface de programação, com o programa que consiste num quebra cabeça, chamada de Blocos, baseado no LogoBlocks, ou Logo em Blocos. Na parte inferior esquerda vê-se um carrinho com a placa do computador de bordo e na parte inferior à direita temos os dispositivos emissores/sensores de luz numa aplicação de seguimento de trilha.

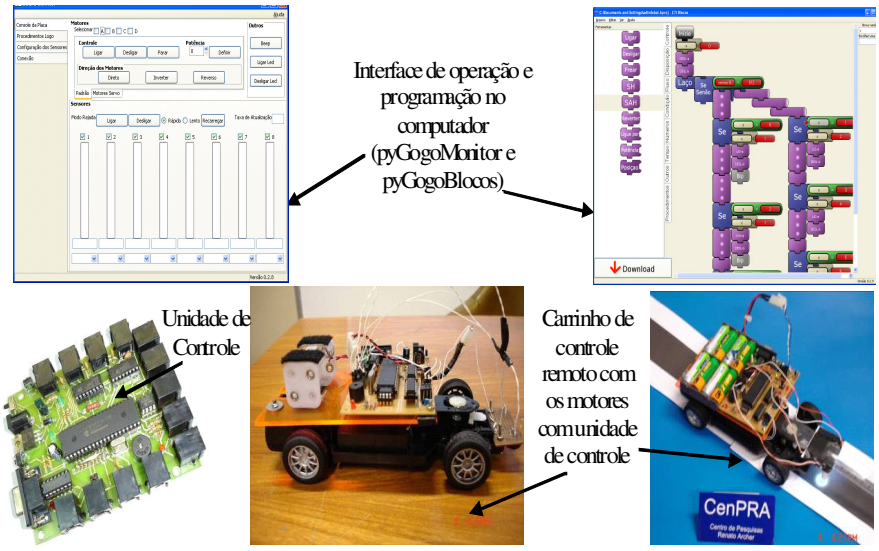

Interface de operação e programação no computador (pyGogoMonitor e pyGogoBlocos)
Download
Unidade de Controle
Carrinho de controle remoto com os motores com unidade de controle
CenPRA

Figura 2: Componentes de um ambiente de robótica pedagógica de baixo custo

Automatizar um dispositivo mecânico, que representa uma máquina, significa criar uma interação por intermédio do programa elaborado entre as peças mecânicas e os componentes elétricos. Ou seja, precisamos descrever para o computador, em termos de uma seqüência lógica devidamente estruturada, os comandos que acionam luzes, motores e sensores, para que ao colocá-la em funcionamento essa seqüência lógica represente a máquina projetada/idealizada. Caso isso não ocorra, abre-se uma gama de possibilidades de depuração propiciando a interação com diversas áreas de conhecimento numa abordagem interdisciplinar (D'Abreu, 1995).

No ambiente Robótica Pedagógica podem ser trabalhados conceitos de:

- Educação artística: Na observação do objeto real e a construção do protótipo.
- Geometria: Na análise das formas geométricas.
- Ciências: Na determinação de massa, peso, velocidade, espaço e tempo.
- Física: No cálculo do movimentos, força resultante, normal, aceleração gravitacional.
- Matemática: No cálculo do intervalo de tempo, deslocamento e velocidade.
- Português: Na elaboração do relatório e discussão do projeto.
- Programação: Na elaboração de procedimentos que controlam as máquinas.
- Informática: No uso das ferramentas do computador

1.2 Os recursos de robótica pedagógica já disponíveis no CTI

No decorrer do desenvolvimento do programa de iniciação cientifica 2006-2009 viabilizou um ambiente de robótica pedagógica com

- Placa de controle baseada na Gogo Board (Figura 1 e 2), a BR-Gogo, com uma série de modificações para melhoria de seu desempenho e melhor interface com usuário incluindo interface USB.
- Ambiente de Programação Blocos baseado no Logo Blocks (Figura 1 e 2) compatível com a Gogo Board e Br-Gogo.
- Ambiente de Controle e Operação da Placa Gogo Board chamado de monitor
- Uma gama de sensores de baixo custo compatíveis com a BR-Gogo
- Um conjunto de Softwares de open-source que vizam fazer a interface entre o aluno e a máquina da maneira mais facil e intuitiva possivel , como Blocos ou Monitor.

1.3. O Software Blocos

O software Blocos foi desenvolvido pelo próprio CTI. É uma interface gráfica para a programação da gogoBoard atravez da conexão de blocos. O principal objetivo do software é tornar a programação o mais simples possível, para que o aprendizado se torne mais simples, os blocos trabalham com conexões diferentes para que fique claro os tipos de blocos que podem se conectar. Facilitando o desenvolvimento de programas para iniciantes, um exemplo de programa escrito usando o blocos pode ser visto na figura 3.

O Blocos é um software livre sob a Licença Pública Geral GNU como publicada pela Fundação Softwaee Livre (FSF), na versão 3 da Licença.

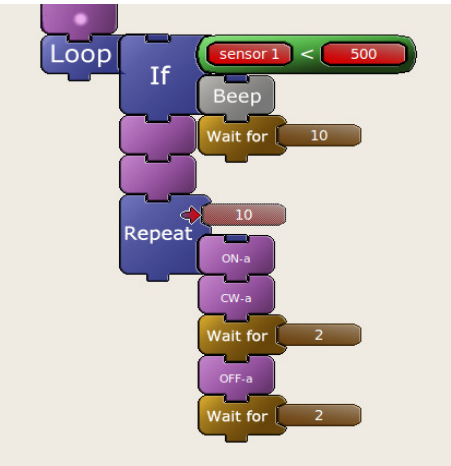


Figura 3: exemplo de programa no software Blocos

2. Desenvolvimento

As atividades desenvolvidas envolvem a melhora na utilização do software Blocos, a qual envolveu a familiarização com o software, a adição de novos blocos, e a geração de uma documentação de apoio a geração de novos blocos. Promover a evolução do Monitor e do Blocos, e o desenvolvimento de oficinas usando a gogoBoard e o software Blocos.

2.1 Atividades relacionadas a utilização do Software Blocos

Esta atividade tem como objetivo principal disponibilizar ao desenvolvedor do sistema um guia que permita a introdução e geração de novos blocos funcionais ao ambiente Blocos. Isto implica em conhecer em detalhes a estrutura do programa blocos e como se promove a geração de novos itens do compilador Logo utilizado no ambiente. Isto inclui:

A1) Familiarização com a estrutura do Software Blocos

Para realizar a familiarização com o Software Blocos, primeiramente foi necessária uma familiarização com Python e Programação Orientada a Objetos, a qual foi obtida através de tutoriais obtidos na internet.

Após a obtenção de conhecimento sobre a linguagem de programação na qual está implementado o Software Blocos, foi possível iniciar a análise do software em si. Através da análise do código e de reuniões com o desenvolvedor do software foi possível identificar os principais arquivos do programa que podem ser editados para a adição de novos blocos, que são:

- -commands.py (na pasta “blockcanvas):

O principal arquivo para adição de novos blocos. É o arquivo que contém todas as classes de bloco, ou seja, tem as informações sobre possíveis conexões, código gerado e uma variedade de propriedades para cada bloco, toda a informação sobre o bloco que deseja ser adicionado ou editado deve ser adicionada aqui.

- -Blocos.py (na pasta principal):

É o arquivo que roda o programa todo. Quanto à adição de blocos, só é necessário editar o metódo “generate_blocklist()” na qual os blocos existentes são adicionados a uma árvore que é usada para gerar a lista de blocos que podem ser usado no programa.

- -docks.py (na pasta “blockcanvas”):

Este arquivo lida com as “docks” que são as conexões entre blocos, visando à adição de novos blocos esse arquivo pode ser útil caso seja necessário criar um novo tipo de conexão entre blocos.

- -canvas.py (na pasta “blockcanvas”):

Contém a função “get_code” que concatena o código em logo gerado pelos blocos. É útil editar essa função caso seja necessário gerar código fora da função principal (start), ou seja, para criar blocos que geram alguma forma de procedimento.

- -block.py (in “blockcanvas” folder):

É o arquivo que contém os módulos da classe “block” (da qual todos os blocos são sub-classes). Dificilmente ele será editado visando à adição de novos blocos, mas é útil para consultar os módulos já existentes nos blocos.

- -Glade:

O Glade é um recurso visual usado para gerar a interface gráfica do Blocos, para a adição de alguns blocos é necessário usar a janela lateral da direita, e para tal o Glade é um bom recurso, a figura 4 mostra um exemplo de bloco que usa a janela lateral, o bloco de variavel que usa a janela para alterar ou escolher um nome já usado.

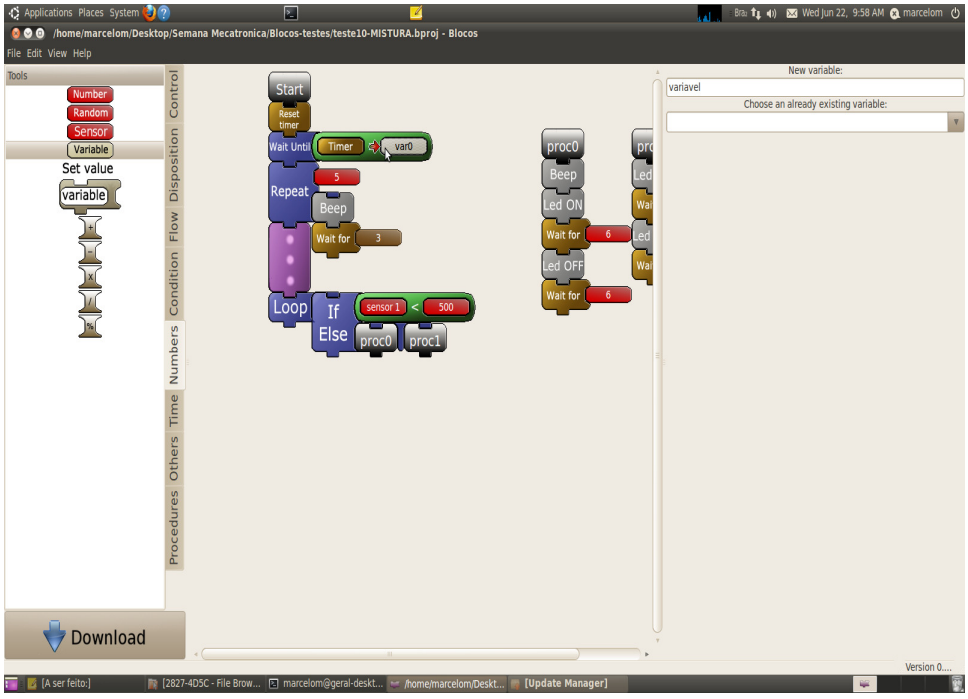


Figura 4: imagem do Blocos, mostrando a janela lateral da direita sendo usada para mudar o nome da variável, essa janela foi criada usando o Glade.

A2) Desenvolvimento de experimentos para adição de novos componentes

Primeiramente foram feitos alguns testes visando apenas à familiarização com a adição de blocos, adicionando blocos sem função alguma ou que gerariam códigos simples, os testes foram realizados sem problemas ou maiores dificuldades.

Logo em seguida inicio-se a adição de um bloco muito importante para programação, o “while” ou “enquanto”, a maior dificuldade foi o fato do “while” não estar implementado no compilador ou no firmware, portanto foi necessário criar um bloco que gerasse um código que simulasse a função do “while”. A principal dificuldade foi a falta do equivalente do comando em C “break”, o que tornou inviavel a solução implementada na figura 5, entretanto o Blocos já tinha disponível o comando “stop” que sai do procedimento no qual o programa se encontra, portanto a solução encontrada foi implementar o “while” como um procedimento dentro do programa, essa solução foi implementada, conforme mostra a figura 6, e funcionou corretamente sem nenhuma complicação posterior.

As próximas etapas previstas são a adição de procedimentos com parâmetros, e a implementação do “while” no compilador e no firmware. A primeira está em processo de desenvolvimento, e a segunda será iniciada em seqüência.

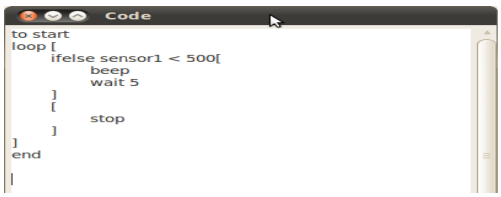


Figura 5: Código inicialmente planejado para o “while”, mas não funcional pois o “stop” não é análogo ao “break” da linguagem C

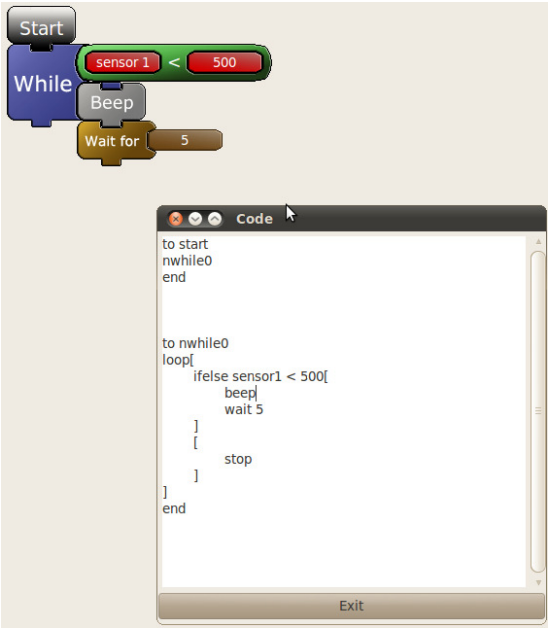


Figura 6: “while” implementado corretamente, mostrando o código gerado como um procedimento fora da função principal (“start”)

A3) Desenvolvimento de documentação de apoio a Geração de novos Blocos

Será desenvolvido um guia que permita a um usuário pouco experimentado na linguagem de programação Python desenvolver novos componentes. Este guia está atualmente em processo de desenvolvimento, sendo escrito em inglês para permitir a adição de novos blocos por usuários estrangeiros.

2.2 Atividades relacionadas a promover evoluções no software Blocos e Monitor

O objetivo dessas atividades é promover funcionalidades adicionais no Software Blocos. Neste sentido, será estudada e avaliada a atual arquitetura do software e propostas alternativas para melhorias na funcionalidade.

Quanto a isto a única alteração realizada foi no Software Blocos, onde foi consertado um bug no momento em que o código era enviado à Br-Gogo. Caso o usuário não fechasse a janela informando que o código foi enviado com sucesso, o programa inteiro ficava travado. Após os ajustes necessários, foi eliminado este problema.

Foi proposta a união do software Blocos e Monitor, entretanto essa proposta ainda não está em fase de implementação, pois ainda está sendo analisada e discutida.

2.3 Desenvolvimento de oficinas utilizando o Software Blocos e a Br-Gogo

Esta atividade visa realizar testes do Software Blocos através de oficinas de robótica, com o intuito de encontrar bugs ou erros no programa que não foram detectados anteriormente, além de testar a simplicidade de utilização do Blocos por usuários não familiares com programação.

No inicio de Junho de 2011 foi realizada uma oficina na Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp com 60 alunos, usando um carro seguidor de linha que era programado pelos alunos, a oficina permitiu alguns estudantes sem conhecimento prévio de programação se familiarizarem com o básico de robótica. O feedback desses estudantes foi muito positivo apesar de terem dos problemas técnicos ocorridos durante a realização da oficina.

Quanto a utilização do software, não foram encontrados bugs durante a realização da oficina. O bloco “while”, que havia acabado de ser implementado, foi usado sem nenhum problema observável.

Agradecimentos

Agradeço o CNPq que por meio do programa PIBIC viabilizou o desenvolvimento desse trabalho através do oferecimento de bolsa de iniciação científica.

Referências Bibliográficas

Arduino (2011) “Open-source physical computing platform”. http://www.arduino.cc. Agosto
Babuino (2011) “The Babuino Project” http://babuinoproject.blogspot.com/, Agosto 2011
Lego: www.lego.com
Gogo http://padthai.media.mit.edu:8080/cocoon/gogosite/home.xsp?lang=en
Handy Cricket: http://handyboard.com/
Logo Blocks: http://llk.media.mit.edu/projects/cricket/doc/help/logoblocks /ref-cricket.html
Robos Br: http://www.robos.com.br/
Ramos, J. J. G.; Azevedo, H.; Vilhete V. A. J.; Noves O.; Figueiredo D.; Tanure L.; Holanda F. (2007) “Iniciativa Para Robótica Pedagógica Aberta e de Baixo Custo para Inclusão Social e Digital no Brasil”. Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2007), Florianópolis, SC.
Ramos, J. J. G.; Silva, F. A.; V. Oliveira; Alves, L. T.; D’Abreu, J. V. V. (2009) “Desenvolvimento de Componentes de Hardware e software abertos para programas de Robótica Pedagógica de Baixo Custo”. Anais do IX Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2009), Brasília, DF.
Sipitakiat, A.; Blikstein, P.; Cavallo, D. (2004) “GoGo Board: Augmenting Programmable Bricks for Economically Challenged Audiences”, In: Proceedings of the Int. Conf. of the Learning Sciences (ICLS 2004), Los Angeles, USA.
Gogoboard – Site da GogoBoard, http://www.gogoboard.com, 2009

ARQUITETURA DE SENSORES E CALIBRAÇÃO PARA PERCEPÇÃO EM ROBÓTICA TERRESTRE

Renato José Martins; Samuel Siqueira Bueno
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional - DRVC
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{renato.martins; samuel.bueno}@cti.gov.br

Resumo

Neste artigo é abordado o tema da calibração automática entre um sistema de telemetria laser e um de visão. É realizada uma revisão da literatura sobre a calibração entre um laser e um sensor de visão, e uma metodologia é proposta baseada na correspondência das odometrias telemétrica e visual. Os desenvolvimentos aqui descritos focam a primeira parte do método, que consiste na estimação da odometria telemétrica. O método Iterative Closest Point - ICP é utilizado para a estimação da transformação rígida entre dois instantes a partir dos dados laser. A eficiência do algoritmo e qualidade da odometria telemétrica são validados em simulações usando o ambiente Player/Stage.

Palavras chave: Calibração Câmera - Laser, Odometria Telemétrica, Localização, Odometria Visual, SLAM, Navegação Autônoma.

1. Introdução

A quantidade de sensores embarcados em plataformas robóticas terrestres, aquáticas e aéreas com diferentes objetivos de aplicação, tais como vigilância, inspeção e diagnóstico, é crescente. Neste cenário, busca-se agregar ao dispositivo robótico capacidades de operação substancialmente autônoma. Diretamente ligada tanto às aplicações quanto à inserção de autonomia no sistema, vem a necessidade de decodificação e interpretação dos dados providos por estes dispositivos sensoriais, de maneira tal a se extrair o máximo de informação disponível. Em particular, para o caso de aplicações em robótica terrestre móvel, uma tarefa crucial para a navegação autônoma consiste na determinação da pose (posição e orientação) do veículo. De uma maneira simples, a pose pode ser obtida através da integração da odometria das rodas, de sensores inerciais de velocidade e aceleração (chamados proprioceptivos) ou através de sistemas de posicionamento absoluto (Global Position System - GPS). Entretanto, em alguns cenários (ambientes externos e/ou urbanos), o simples uso da percepção proprioceptiva é inaceitável, devido à acumulação de imprecisões com o tempo (erro em posição ilimitado), enquanto que o sistema GPS pode não estar disponível (devido a ocultações e interferências) ou fornecer medidas aberrantes; além disso, GPS e sensores proprioceptivos fornecem pouca informação sobre o ambiente explorado - um outro aspecto importante para estratégias de navegação autônoma.

Uma maneira de permitir uma melhor estimação da posição e orientação do veículo seria realizar a percepção do ambiente local através da combinação de sensores externos (externoceptivos) embarcados no veículo, tais como câmeras, sonares e lasers. Particularmente, a combinação de informações de um sistema de telemetria laser e um sistema de visão apresenta características interessantes para a navegação, devido à riqueza e complementaridade de informações que é possível extrair desses sensores. Essa combinação é muito abordada na literatura, sendo que uma utilização típica visa obter desempenhos robustos a condições adversas como as de luminosidade variável, alvos moveis, terrenos inclinados e irregulares. Para permitir a combinação da informação sensorial, no entanto, é necessária a realização de uma etapa prévia fundamental,

que consiste em representar a informação obtida por um sensor no espaço de outro; esta metodologia é conhecida como calibração. No caso aqui tratado, considera-se a calibração entre o sistema telemétrico e o de visão.

A calibração permite representar/interpretar a informação obtida por sensores de mesma ou diferentes naturezas. Ela viabiliza, por exemplo, a combinação dessas informações, ou mesmo explorar certa "redundância" com o intuito de minimizar incertezas intrínsecas de cada fonte sensorial isolada. Embora seja um tema bastante discutido na literatura, as metodologias de calibração apresentam grande complexidade. No caso especifico de lasers 2D com uma câmera monocular, tem-se os problemas advindos da necessidade de associação, a natureza 2D da informação fornecida pelo laser, a observabilidade da transformação rígida a partir de uma configuração genérica, além do trabalho bruto offline com os dados para a calibração de cada sensor.

O presente trabalho propõe uma nova metodologia de calibração automática entre um sistema telemétrico e um de visão (isto é, a determinação da posição e orientação relativas entre ambos) composto por n sensores. A estimação da transformação rígida entre os sensores é baseada na evolução entre as odometrias telemétrica e visual (sem a necessidade de associação), sendo uma expansão do método proposto por (Kelly et al., 2011). Esta metodologia envolve a realização de três grandes partes distintas que são: odometria telemétrica, odometria visual e a correspondência destas informações seja usando filtragem Bayesiana, seja através de métodos de otimização não lineares (como por exemplo o Efficient Second Order Minimization - ESM) (Malis et al., 2004). Além de permitir a calibração automática de c câmeras e l lasers (isto é, n = c + l sensores) simultaneamente. Este processo de calibração possibilitará, futuramente, a concepção e implementação de dois módulos de percepção/fusão sensorial, combinando sensores proprioceptivos e externoceptivos. Futuramente buscar-se-á determinar tanto a pose do veículo (i.e. sua localização e orientação) quanto caracterizar o ambiente onde o veiculo evolui (i.e. mapeamento), realizando essas duas tarefas concomitantemente, segundo o conceito conhecido como SLAM (Simultaneous Localization and Mapping).

Devido à grande abrangência, o enfoque dado neste trabalho será na apresentação da metodologia e os resultados obtidos na primeira fase, que consiste na estimação da odometria telemétrica. Este trabalho foi desenvolvido na Divisão de Robótica e Visão Computacional do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - DRVC/CTI no âmbito do projeto VERO, juntamente com o Laboratório de Mobilidade Autônoma - LMA/FEM-Unicamp.

A seguir, a seção 2 compreende a revisão do estado da arte sobre calibração e a apresentação da estrutura do método criado; na seção 3 são apresentados inicialmente os ambientes de simulação Player/Stage e os resultados de reconstrução da trajetória e a cartografia realizados usando a odometria da rodas e a odometria telemétrica (para fins de comparação); e finalmente a seção 4 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

2. Estado da Arte: O que Podemos Fazer em Calibração?

Nesta seção apresentamos as principais características de calibração entre sensores como câmeras e lasers (Laser Range Finder ou LIDAR). Posteriormente, uma breve introdução das metodologias e pesquisas já realizadas na área de calibração usando diversas técnicas, desde algoritmos de otimização à estimação probabilística (filtragem), serão apresentados. A calibração dos parâmetros internos da câmera não será tratada neste trabalho dada a grande quantidade de propostas na literatura. Assim, supõe-se que os parâmetros internos da câmera são bem conhecidos (calibração intrínseca) cujas formalidades podem ser encontradas em (Martins et al., 2010). Ao final desta sessão é apresentado a solução proposta para o problema de calibração automática de n sensores laser-visão.

2.1. Características dos Sensores e Colocação do Problema

A evolução dos sistemas de navegação autônoma, localização e cartografia é extremamente ligada aos sensores utilizados. Pioneiramente os sonares juntamente com odômetros foram extremamente explorados na localização, apresentando consideráveis resultados. Com o surgimento dos lasers 2D, que fornecem uma informação mais precisa que os sonares, estes foram progressivamente utilizados principalmente com a diminuição progressiva dos custos dessa tecnologia. Entretanto, lasers 2D permitem a observação/estimação somente de movimentos planares (neste ponto os sonares apresentam uma vantagem pois fornecem uma informação 3D). Há também lasers 3D no mercado, mas o alto custo deste equipamento ainda é uma restrição considerável à tecnologia, mesmo para fins acadêmicos.

As câmeras são, por outro lado, largamente utilizadas, produzindo imagens extremamente ricas em informações. Inclusive, um dos problemas relacionados a esses sensores corresponde à extração da informação útil em tempo satisfatório (processamento). Outras restrições são sua sensibilidade a condições externas do ambiente como mudanças de luminosidade e oclusões a partir de certos pontos de vista. Freqüentemente, estas duas classes de sensores são usadas simultaneamente, uma vez que a informação fornecida por câmeras e lasers terem características complementares. Uma situação típica seria em classificar em uma imagem falsos obstáculos, dado que, em geral, sombras são erroneamente classificadas como tal por sensores de visão.

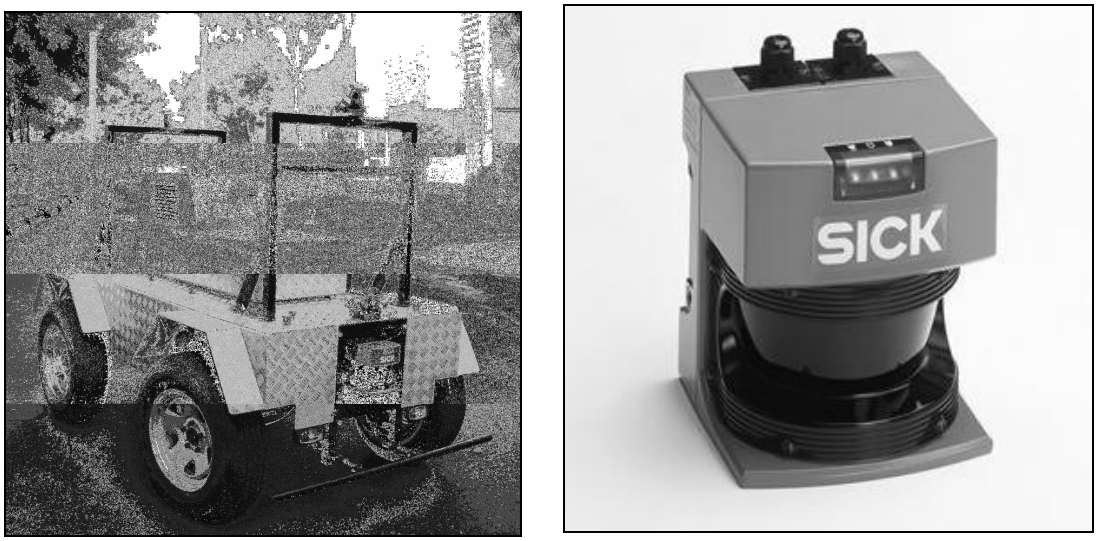


Figura 1: Veículo elétrico do projeto VERO com aparato de hardware e Laser SICK freqüentemente utilizado em percepção de ambientes externos.

Essa problemática é um dos temas tratados na DRVC/CTI e no LMA/FEM-Unicamp. Na DRVC/CTI, o projeto VERO (Veículo Robótico de Exterior) utiliza como plataforma experimental o veículo elétrico mostrado na figura 1. O veículo é dotado de uma câmera firewire (Sony) e 3 lasers (1 SICK e 2 HOKUYO) - figura 1. Ele dispõe também de outros sensores (GPS, central inercial, encoders), processadores embarcados, estação de operação e link de comunicação de dados.

Como enunciado anteriormente, para que essa combinação entre um sensor laser e uma câmera seja possível, é preciso realizar a calibração. A calibração Laser-Câmera propriamente dita consiste em estimar a transformação composta pela matriz de orientação relativa (matriz ortonormal) R_c^l e pelo vetor de translação relativa t_c que permitem encontrar a correspondência de uma mesma informação no espaço (base de coordenadas) dos dois sensores, ou seja

$$P_l = R_c^l P_c + t_c$$

em que P_l e P_c correspondem um ponto genérico do ambiente representados no sistema de coordenadas do laser e da câmera respectivamente. Maiores informações sobre as estruturas e operações com transformação de coordenadas está contida em (Zisserman, 2004) (Martins et al., 2010).

2.2. Literatura sobre Calibração

O processo de calibração de um sistema monovisão com um laser multi/monocamada é um problema com uma quantidade considerável de resultados na literatura (Willis et al., 2009) (Zhao et al., 2007) (Gao et al., 2010). O problema da calibração é em geral dividido em três etapas:

- Calibração intrínseca e extrínseca da câmera: matrizes de projeção e parâmetros internos;
- Calibração laser: obtenção da localização e orientação do sistema de telemetria;
- Calibração instantânea entre o laser e a câmera: obtenção da transformação rígida.

A primeira etapa corresponde no processo de determinação do modelo interno da câmera (intrínseca) e a sua pose em relação ao anteparo de calibração (extrínseca). Muitas rotinas e mesmo toolboxes (Matlab - Camera Calibration toolbox), OpenCV (Camera Calibration and 3D Reconstruction) e muitos outros são disponíveis para a realização desta etapa. Alguns fundamentos da calibração intrínseca e extrínseca de uma câmera monovisão são apresentados em (Martins et al., 2010). Um maior detalhamento para esta etapa pode ser encontrado em (Zisserman, 2004). A calibração do laser corresponde a representar a origem do anteparo de calibração no sistema de coordenadas do laser (Martins, 2009) (Florez, 2007). Em geral é necessário um pré-tratamento dos dados, a clusterização das medidas e posteriormente a identificação da origem (e outros pontos para correspondência).

Como ultima etapa é feita a estimação da transformação rígida entre a câmera e o laser (a calibração propriamente dita deste trabalho). Existem vários métodos na literatura para caso da calibração extrínseca entre um sistema de visão e telemetria como os trabalhos de (Pless et al., 2004) (Zhao et al., 2007) (Biermeyer et al., 2009), incluindo métodos baseados em lasers multicamadas (Florez, 2007). Em (Pless et al., 2004) é utilizado o fator geométrico de coplanariedade entre os pontos lasers e o anteparo de calibração (caso estes estejam sob o alvo). Em seguida o método dos mínimos quadrados é aplicado na determinação da orientação/posição do laser em relação ao anteparo. Em (Florez, 2007) é realizada a associação de pontos observados tanto no laser quanto na câmera. Uma Decomposição em Valores Singulares (Singular Value Decomposition - SVD) é realizada entre os dois conjuntos de pontos representados nos dois sistemas de referência. Grande parte dos algoritmos existentes realiza todo o processo de calibração offline através da coleta exaustiva de dados (como os citados anteriormente). Desta maneira seria extremamente interessante que o processo de calibração ocorresse de forma automática e online. Uma abordagem que se apresenta bastante robusta e prática no sentido de calibração automática (mas ainda assim offline) consiste em usar algoritmos envolvendo a correspondência entre pontos 3D e 2D diretamente (por exemplo entre uma imagem e dados laser), um problema bastante conhecido na literatura como PnP problem (Lepetit et al., 2008). Este sistema de calibração, ainda assim, é suscetível a não fornecer a estimação almejada caso a quantidade de correspondências do campo de visão entre os diferentes sensores não seja suficiente, além das imprecisões no processo de segmentação dos pontos lasers do alvo usado para calibração.

2.3. Método Proposto

Outra classe de metodologia consiste na calibração automática entre um sensor inercial (IMU) e um sensor de visão, mas desta vez usando informações provenientes da odometria visual (fornecida pela câmera) e da odometria inercial (giroscópio, girômetros e acelerômetros), sem a necessidade de associação de pontos comuns representados nos sistemas de coordenadas do laser e da câmera (Kelly et al., 2011). A metodologia apresentada neste trabalho é baseada na expansão do trabalho de (Kelly et al., 2011), substituindo-se a base

inercial pelo LIDAR. Além das vantagens anteriormente citadas deste último, temos também a criação de módulos intermediários que podem ser embarcados no veículo em outras tarefas futuras, como em navegação autônoma, fusão e SLAM.

Evidentemente, a informação provida pela IMU (informação 3D) não é perfeitamente substituída pela odometria telemétrica 2D e consequentemente seria possível realizar apenas uma calibração parcial do sistema. Posteriormente deseja-se estudar detalhadamente os aspectos e influências do problema structure from motion/SLAM e questões de observabilidade. O método aqui desenvolvido pode ser dividido em três partes distintas:

- Estimação da odometria telemétrica usando uma metodologia de Scan Matching. A odometria telemétrica forneceria a evolução em posição do ponto onde o laser se localiza.
- Estimação da odometria visual. Neste caso pode-se realizar o tracking (rastreamento) de alguns pontos de interesse selecionados por filtros. Tendo-se previamente as matrizes de calibração intrínseca da câmera (Martins et al., 2010) é possível a reconstrução da posição 3D no sistema de coordenadas da câmera. Assim, com a evolução dos pontos selecionados na imagem a partir da movimentação da câmera, obtém-se a evolução da posição 3D da câmera (para o caso em que estes pontos estejam fixos), ou seja a odometria visual.
- Fusão dessas duas informações de tal forma que a evolução destas corresponderia ao valor da transformação rígida entre os dois sensores (ou seja a calibração laser câmera). Pode-se definir um simples modelo de evolução discreto tal que as componentes da transformação rígida como sendo os estados a serem estimados em um processo de filtragem. Outra possibilidade seria a utilização de métodos determinísticos de otimização não lineares como o Efficient Second Order Minimization - ESM (Malis et al., 2004).

Dadas as proporções da metodologia, este trabalho se concentra na primeira etapa ou seja na estimação da odometria telemétrica usando o algoritmo ICP. O ICP é uma generalização de uma decomposição SVD de uma nuvem de pontos, quando a associação entre os pontos não é conhecida. Os detalhes formais desta metodologia para o caso em que a associação é conhecida e para o caso ICP são mostrados em (Martins et al., 2010).

3. Resultados: Estimação da Odometria Telemétrica

3.1. Ambiente de Simulação Player/Stage

O Player/Stage é uma plataforma de desenvolvimento de software que permite o controle e simulação de dispositivos robóticos. O software Player funciona como uma interface de programação de aplicações (API) para a leitura de sensores. Ele pode interagir com uma grande variedade de dispositivos e permite realizar comunicação, aquisição e envio de dados para o hardware baseado na estrutura de comunicação cliente/servidor. Resumidamente, ele nada mais é que uma camada de abstração em que o código do programador trabalhe com os dados, sem se preocupar nos diversos módulos que os geram.

Simulações em muitas situações são necessárias, como no caso da inexistência do robô ou do sensor físico, custo alto da logística para a experimentação, bem como a possibilidade de criar dados apropriados para validação. Nesse sentido, o software Stage consiste num simulador de um robô, o seu ambiente, e todos os dispositivos embarcados. Assim, o uso do conjunto Player/Stage permite realizar simulações de controle e percepção sem a necessidade de robôs reais com a possibilidade de parametrização de ruídos gaussianos em cada um dos sensores para se obter um cenário mais realístico. Uma simulação pode ser divida em três partes:

- A aplicação ou código que deve comunicar com Player, requisitando os dados usando o protocolo cliente/servidor;

- O arcabouço de software Player, que realiza a interpretação das instruções do código e as envia para o robô, e capta as saídas (sensores, estados) requisitadas pelo cliente;
- O software Stage que faz a interface com Player caso um robô real não esteja disponível. Isto é, Stage realiza a simulação de um robô em um ambiente simulado, e realiza a aquisição dos dados solicitados por Player (solicitados pelo cliente).

Há uma grande quantidade de tutorias na internet com instruções para instalação, bem como a criação de ambientes. Na aplicação gerada usou-se um robô pioneer com um laser SICK num ambiente indoor. O movimento do robô selecionado é não holonômico (velocidade transversal nula) para que este seja consistente com a grande maioria dos veículos. Inicialmente para a extração dos dados foi criada a rotina em C++ laser-simulated-data.cpp. Esta rotina recupera os dados do laser e a odometria das rodas e o ambiente juntamente com a data em que cada dado foi disponibilizado (timestamp) e os registra em arquivos com formato conveniente. A figura 2 apresenta o ambiente simulado.

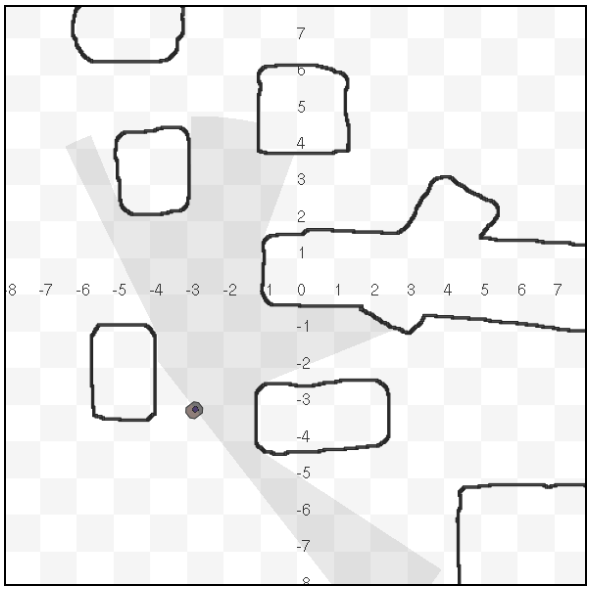


Figura 2: Player/Stage simulando o robô pioneer com laser SICK, ângulo de visão de 180 e resolução angular de 1 grau.

3.2. Comparação da Localização de Odometria Telemétrica versus Odometria das Rodas

O programa para estimação da odometria telemétrica inicialmente foi escrito em Matlab usando o algoritmo de programação ICP disponível por Per Bergström (Bergström, 2007). A odometria das rodas pode ser determinada usando a distância percorrida pela pelo centro inercial do veículo ΔS e pelo ângulo de rotação relativo Δθ. Assim a construção da odometria pode ser realizada de maneira recursiva tal que entre dois instantes (k) e (k+1), tem-se:

$$x(k+1) = x(k) + \Delta S \cos(\theta(k) + \Delta\theta/2)$$

$$y(k+1) = y(k) + \Delta S \sin(\theta(k) + \Delta\theta/2)$$

$$\theta(k+1) = \theta(k) + \Delta\theta$$

Foram realizadas duas categorias de simulação: (i) Dados odométricos extremamente ruidosos, em que o modelo de evolução em posição do robô é não holonômico (para se aproximar mais dos modelos de

um veículo) apresentados nas duas primeiras linhas da figura 3; (ii) Simulação com modelo de evolução diferencial, podendo assim realizar giros em torno do seu próprio eixo (última linha da figura 3).

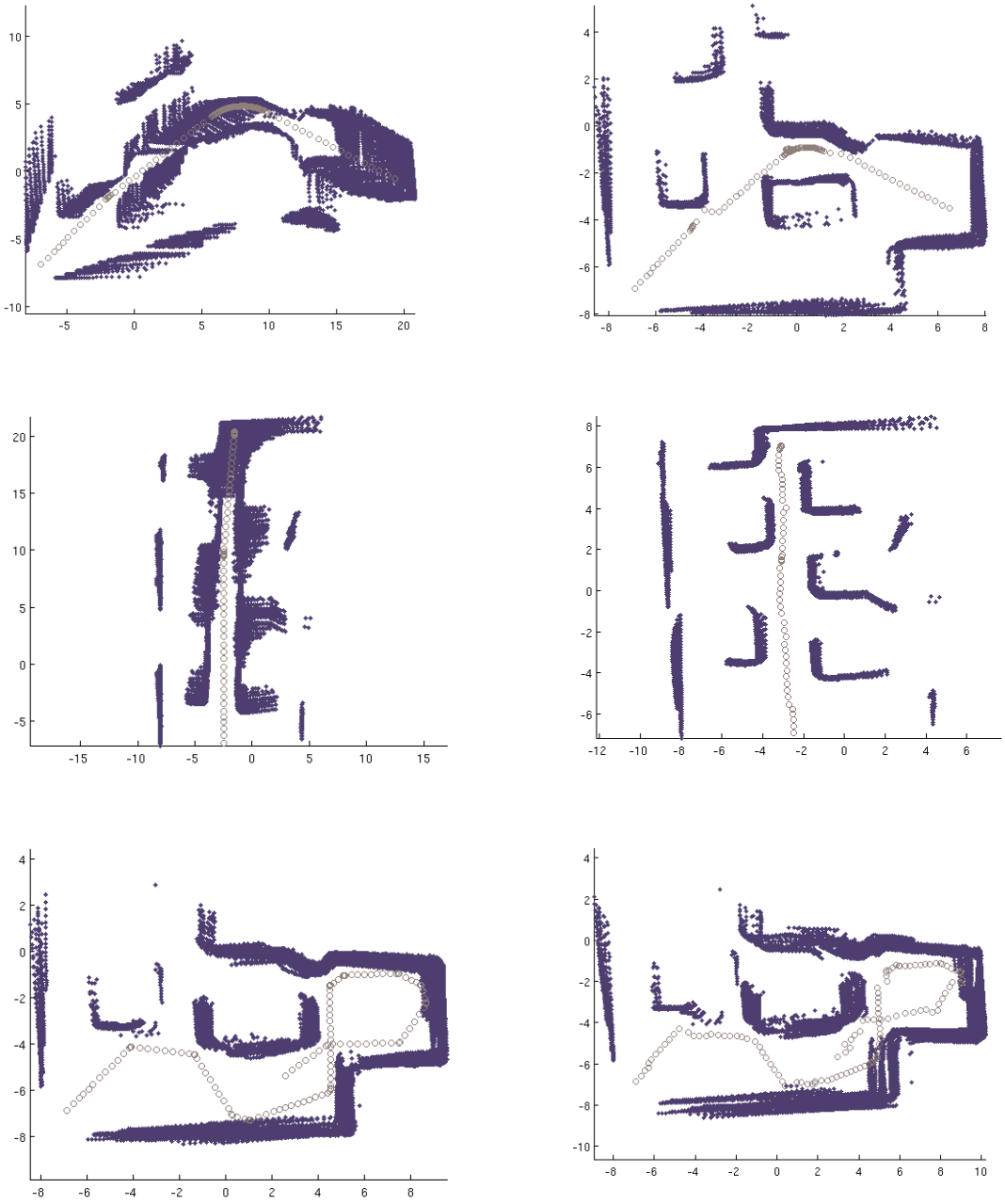


Figura 3: Na coluna da direita é realizado o mapeamento apenas com a informação da odometria das rodas. Já na segunda a posição é obtida pela odometria telemétrica (trajetória pontos circulares) e mapeamento do ambiente corrigido.

Na primeira categoria foi inserido um erro constante (bias) de e(k) = 0.07 metros nas rodas (ou seja na distância percorrida ΔS pelo veículo) em cada instante, além de um ruído gaussiano u ~ N(0,0.3). A coerência da estimação pode ser visualizada usando a reconstrução do ambiente (cartografia ou mapeamento) a partir da pose estimada uma vez que o erro quadrático estimado cometido pode não ser da boa associação de pontos). A grande vantagem desta representação está na sua fácil visualização sem a necessidade de grandes tabelas com o erro quadrático em cada instante de tempo.

Os dados odométricos nos dois primeiros, casos extremamente ruidosos, fazem com que a localização e a reconstrução do ambiente seja muito imprecisa (linhas 1 e 2 da figura 3). Na segunda coluna são apresentados os mesmos dados, mas agora com a pose sendo determinada pela odometria telemétrica. Nota-se uma grande melhoria na reconstrução da trajetória com o uso da odometria telemétrica em relação a trajetória fornecida pela odometria das rodas. Para o os dados de simulação usando um robô com modelo de evolução diferencial (última linha da figura 3) nota-se também a consistência do método mesmo com o robô realizando grandes giros (ambiente mapeado pelo laser nos dois instantes é bastante distinto).

Uma vez que a odometria das rodas é disponível e independente daquela estimada pelos lasers, é possível usá-la como uma primeira aproximação para o cálculo da odometria telemétrica. Neste caso não é necessário estimar a posição na taxa de aquisição do laser, ou seja, evita-se o processamento de algumas aquisições. A frequência de aquisição do laser é de f = 10Hz, para se acentuar a velocidade de processamento, adotou-se o cálculo da odometria telemétrica num intervalo de tempo Ts = 0.5s ou seja a cada 5 aquisições, usando como aproximação inicial, a odometria das rodas calculada entre os instantes. Isto permite que seja possível obter a pose com menor processamento de dados e com uma qualidade semelhante a aquela encontrada com o uso de todas as aquisições do laser.

4. Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste trabalho foi abordado o tema de calibração entre um sistema telemétrico e um de visão. Uma nova metodologia é proposta baseada nos resultados de (Kelly et al., 2011) sobre a calibração entre um sensor inercial e uma câmera. Aqui é proposto uma calibração automática baseada na correspondência das odometrias telemétrica e visual sem a necessidade de associação. O método proposto pode ser dividido em três partes distintas, sendo a estimação das odometrias telemétrica, visual e a correspondência de ambas num modelo de evolução. Devido a sua abrangência, o enfoque dado este artigo apresentou a a problemática e os trabalhos relacionados da literatura, bem como os resultados da primeira etapa, ou seja, na estimação da odometria telemétrica usando o método Iterative Closest Point - ICP. Alguns pontos a serem ressaltados e explorados em trabalhos posteriores são:

- Pode-se estimar a odometria telemétrica sem a necessidade de processamento de todos os dados lasers, usando como uma primeira aproximação a odometria das rodas disponível, sem perda de qualidade na informação obtida;
- Futuramente, estimar a pose considerando lasers em posições genéricas (posições não horizontais) e realizar a validação usando dados reais do veículo elétrico do projeto VERO;
- Analisar os aspectos formais de observabilidade e a influência da utilização de SLAM/structure from motion na estimação da transformação rígida.

Agradecimentos

Agradecemos ao PIBIC-CTI/CNPq (processo número 114085/2010-2) pelo financiamento e aos outros pesquisadores da DRVC pelo apoio.

Referências

Bergström, Per. Iterative closest point method. acessado em novembro de 2010. http://www.mathworks.com/matlabcentral/leexchange/12627-iterative-closest-point- method, 2007.

Biermeyer, J. O.; Gonzalez, H.; Naikal, N.; Templeton, T. R.; Sastry, S. S.; Berger, C.; Rumpe, B. Rapid integration and automatic calibration for new sensors using the berkeley aachen robotics toolkit. In Symposium. on Automation, Assistence, and Embedded Real Time Platforms for Transportation, Germany, 2009.

Florez, S.A.R. Une méthode de calibrage extrinsèque vision mono-caméra/télémètre laser 4 napes, appliquée au problème de localisation précise en zone urbaine. Dissertação de Mestrado, Université de Technologie de Compiègne, 2007.

Gao, C.; Spletzer, J. R. Online calibration of multiple lidars on a mobile vehicle platform. In IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2010.

Kelly, J; Sukhatme, G.S. Visual-inertial sensor fusion: Localization, mapping and sensor-to-sensor self-calibration. Int. Journal of Robotics Research, 30, 2011.

Lepetit, V.; Moreno-Noguer, F.; Fua, P. EPnP: An accurate on solution to the PnP problem. International Journal of Computer Vision, 81, 2009.

Benhimane, S.; Malis, E. Real-time image-based tracking of planes using effcient second-order minimization. In IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2004.

Martins R.J. Le Développement d'un système d'odométrie télémétrique appliquée à la construction d'un modèle local étendu d'un environnement pour la localisation précise des véhicules en zone urbaine. Dissertação de Mestrado, Université de Technologie de Compiègne, 2009.

Martins R.J.; Bueno, S.S. Arquitetura de Sensores e Calibração em Robótica Terrestre. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia de Controle e Automação, Unicamp, Campinas, 2010.

Willis, A.; Zapata, M.; Conrad, J. Linear methods for calibrating lidar and camera systems. In IEEE/ACM International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Computer and Telecommunication Systems, 2009.

Zhang, Q.; Pless, R. Extrinsic calibration for a camera and laser ranger finder (improves camera intrinsic calibration). In IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2004.

Zhao, H.; Chen Y.; Shibasaki, R. An efficient extrinsic calibration of a multiple laser scanners and cameras sensor system on a mobile platform. In IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2007.

Hartley, R.; Zisserman, A. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, Cambridge, second edition, 2004.

MAPEAMENTO DE AMBIENTES EXTERNOS UTILIZANDO DADOS LIDAR 2D EM ROBÓTICA TERRESTRE

Gabriel dos Santos Sobral; Renato José Martins; Samuel Siqueira Bueno
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{gabriel.sobral; renato.martins; samuel.bueno}@cti.gov.br

Resumo

Este trabalho apresenta um método para mapeamento de ambientes externos baseado em dados LIDAR (Light Detection And Ranging) 2D. Em conjunto com o sensoriamento laser são utilizadas duas formas distintas para estimativa da pose do veículo, usando puramente GPS e por fusão entre GPS e encoders das quatro rodas e direção de um veículo terrestre. Além de apresentar a técnica de mapeamento utilizada, são discutidos também os resultados obtidos em testes realizados com a plataforma experimental do projeto Veículo Robótico de Exterior (VERO).

Palavras chave: mapeamento, navegação autônoma, LIDAR.

1. Introdução

Um mapa, ou carta, é basicamente a representação visual de uma determinada região, através do qual podemos obter informações importantes sobre o ambiente. Na robótica móvel esse conhecimento do ambiente é de grande importância, principalmente no que se refere à navegação autônoma de veículos robóticos [1]. Tais veículos podem fazer uso de mapeamento combinado com outras técnicas para detecção de obstáculos e correção de trajetórias, por exemplo. Os mapas podem ser separados em cartas locais, que oferecem apenas informações relativas à posição e ao campo de percepção instantâneo do robô, e mapas globais, que podem guardar informações de todo o ambiente de navegação. Mapas globais podem ser gerados a partir da união de vários mapas locais, obtidos instante a instante por um robô em movimento, essa é a técnica utilizada no desenvolvimento deste trabalho.

Sendo assim, o mapeamento é uma das etapas importantes para possibilitar a atuação do veículo em ambientes externos (outdoor). A partir dos mapas pode-se detectar estruturas do ambiente, dando ao robô uma percepção de sua área de navegação, característica primordial para um sistema de navegação autônoma.

O trabalho aqui apresentado trata do mapeamento de ambientes externos em tempo real, utilizando dados LIDAR obtidos por um sensor de escaneamento laser 2D acoplado a um veículo em movimento. Neste caso, a construção do mapa consiste no arranjo, em um espaço bidimensional, dos pontos detectados pelo laser. Este processo se resume em transformar o sistema de coordenadas dos pontos amostrados pelo sensor para um sistema cartesiano global, conhecendo a pose (posição e orientação) do veículo em cada instante.

2. Modelagem do problema

O processo de transformação pode ser dividido em algumas etapas. Para isso trabalharemos com os três sistemas referenciais apresentados na figura 1. Além dos sistemas de coordenadas a figura também traz uma representação do campo de visão do sensor laser, marcado pela área cinza.

Para o mapeamento foi utilizada a estrutura de sensores embarcada no veículo terrestre do projeto VERO. Os dados LIDAR foram obtidos através do sensor Laser SICK LMS200, com ângulo de visão de 180° e

resolução angular de 1°, obtendo assim 181 pontos a cada varredura. O alcance de medição é de 80m e a taxa de amostragem é de 10Hz. Além disso, a pose do veículo foi obtida de duas maneiras distintas, i) utilizando dados adquiridos diretamente do GPS embarcado no veículo (Novatel Superstar II, 5Hz, erro máx. 5m), e ii) através do processo de fusão entre dados de odometria e do GPS [2].

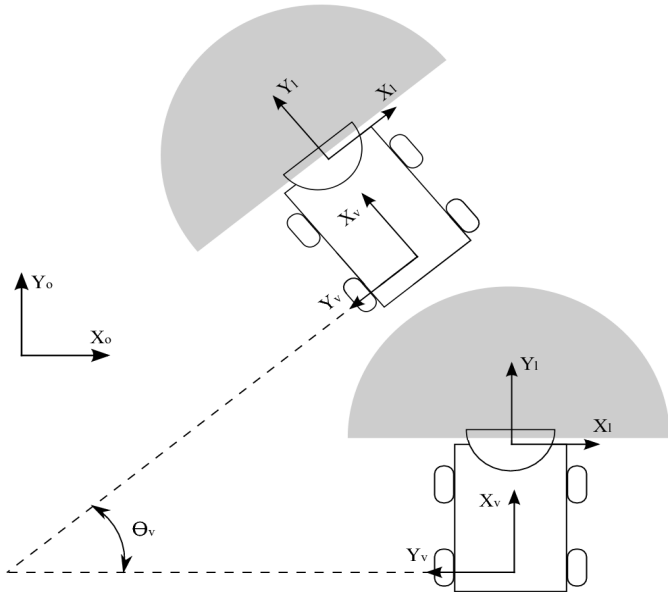


Figura 13: Representação da evolução de pose do veículo e dos sistemas de coordenadas utilizados. $C_i=(X_i,Y_i)$, referencial fixo ao sensor laser; $C_i=(X_v,Y_v)$, referencial fixo ao centro do eixo traseiro do veículo; $C_i=(X_o,Y_o)$, referencial global.

3. Transformações

A primeira transformação a ser realizada é $C_i \rightarrow C_v$. Como podemos observar na figura 1, o sistema de coordenadas C_i tem rotação(Θ_i em torno de Z) e translação $((t_i)_y)$ fixas em relação a C_v. Esta etapa é realizada usando a matriz de transformação homogênea a seguir.

$$P_v = {}^{v}T_l P_l \quad \text{onde} \quad {}^{v}T_l = \begin{bmatrix} \cos(\theta_l) & -\sin(\theta_l) & 0 & 0 \\ \sin(\theta_l) & \cos(\theta_l) & 0 & (t_l)_y \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Uma vez com os pontos obtidos pelo laser representados no sistema de coordenadas C_v e conhecendo a pose do veículo no instante analisado, transportamos esses pontos para o sistema de coordenadas global C_o. Também fazendo uso de uma matriz de transformação homogênea, a transformação $C_v \rightarrow C_o$ pode ser escrita como:

$$P_o = {}^{o}T_v P_v \quad \text{onde} \quad {}^{o}T_v = \begin{bmatrix} \cos(\theta_v) & -\sin(\theta_v) & 0 & (t_v)_x \\ \sin(\theta_v) & \cos(\theta_v) & 0 & (t_v)_y \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Em que Θ_v é o ângulo de rotação do sistema C_v em relação a C_o, e $((t_v)_x, (t_v)_y)$ é translação do sistema C_v em relação a C_o.

Tendo estabelecido os passos para a transformação $C_i \rightarrow C_o$, basta executar um loop aplicando o procedimento à cada ponto obtido pelo sensor laser e plotando os resultados no sistema de coordenadas global.

4. Testes e resultados

Com o objetivo de validar o modelo proposto, aplicamos o mapeamento em um conjunto de dados gerados em simulação computacional, usando o aplicativo GridmapSimul do Projeto MRPT (Mobile Robot Programming Toolkit) [3]. Os resultados obtidos são mostrado na Figura 2, onde os pontos em vermelho representam a trajetória do veículo (usada para o mapeamento juntamente com a orientação), resultando no mapa global das estruturas do ambiente explorado (estruturas em azul) em relação ao ponto inicial $(0,0,0,0)$.

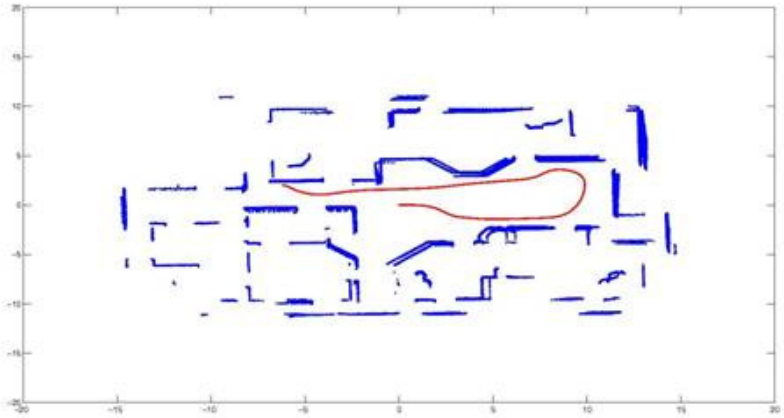


Figura 14: Resultados obtidos a partir de dados simulados.

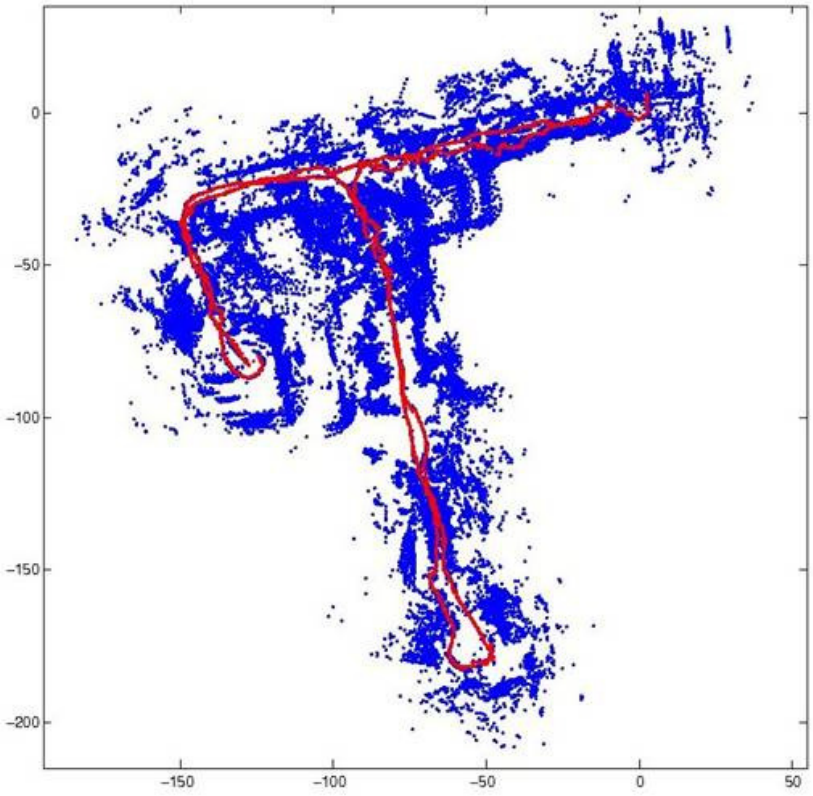


Figura 3 Mapeamento com pose obtida através de GPS.

Após a verificação em simulação do modelo, seguiu-se a avaliação experimental usando dados reais, adquiridos pelo sistema embarcado no veículo do projeto VERO. Com esses dados foram gerados dois mapas, cada um utilizando um dos métodos propostos para a estimativa de pose (ou seja, usando GPS somente ou usando a fusão de GPS com odometria).

Verifica-se que utilizando apenas os dados do GPS não é possível obter uma boa estimativa da pose do veículo. A baixa precisão (erros de até 5m) aliada aos saltos e falhas, causados pela obstrução do sinal por árvores e prédios, acarretam em uma alta imprecisão no mapeamento. A nuvem de pontos fica muito esparsa e as estruturas do ambiente não são bem definidas, como vemos na figura 3.

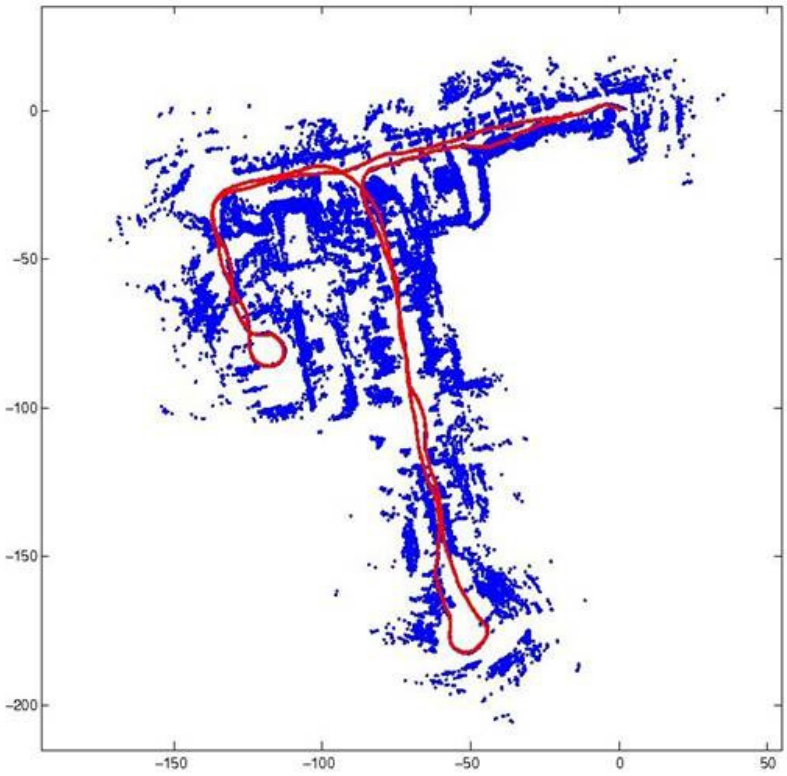


Figura 4: Mapeamento com pose obtida pela fusão entre dados de odometria e GPS.

Através do processo de fusão de odometria e GPS a estimativa da pose melhora consideravelmente, o que reflete diretamente no mapeamento. Isso se deve à característica desse algoritmo de fusão de filtrar o ruído no sinal GPS, resultando em uma estimativa de pose mais consistente e consequentemente em estruturas mais bem definidas no mapa, como observamos na figura 4.

Podemos perceber essa diferença em mais detalhes em imagens ampliadas nas figuras 5, 6, 7 e 8 a seguir.

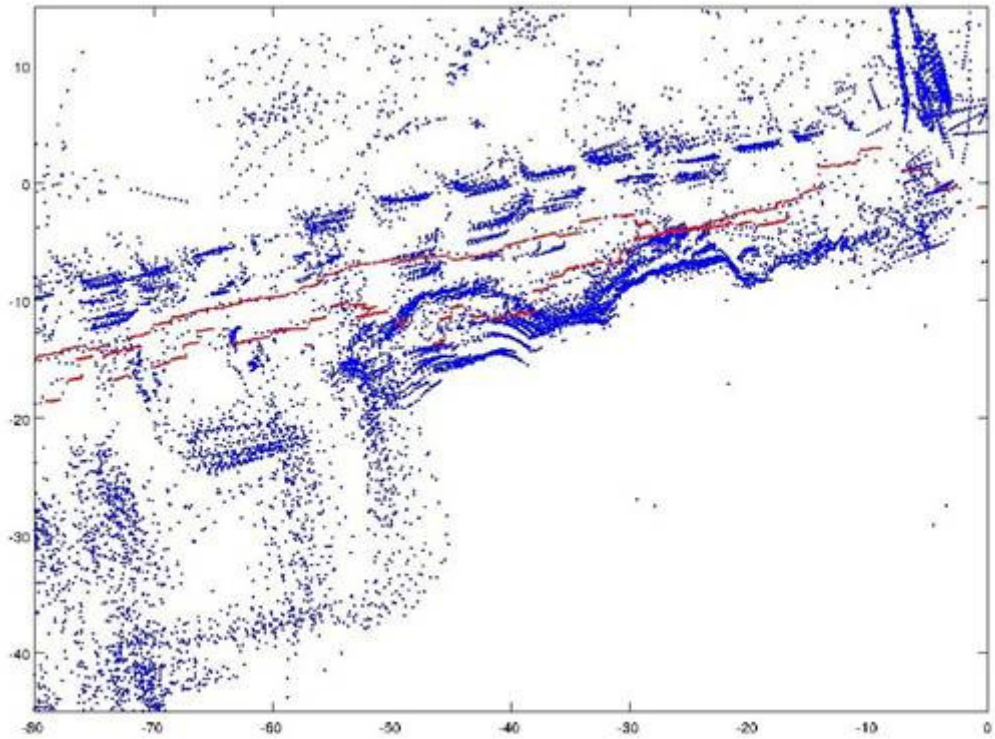


Figura 5 Detalhes do mapeamento com pose obtida através de GPS.

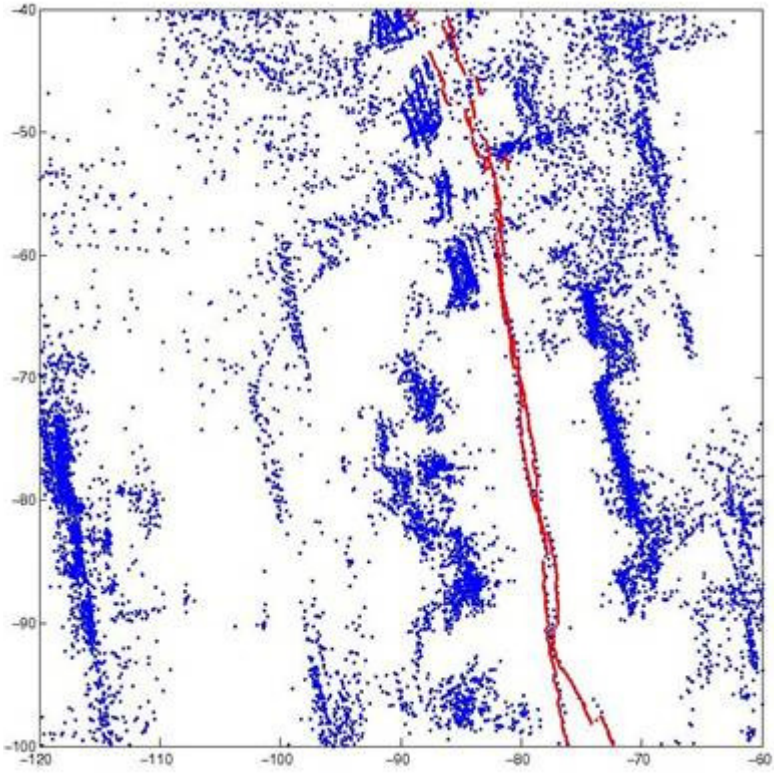


Figura 6: Detalhes do mapeamento com pose obtida através de GPS.

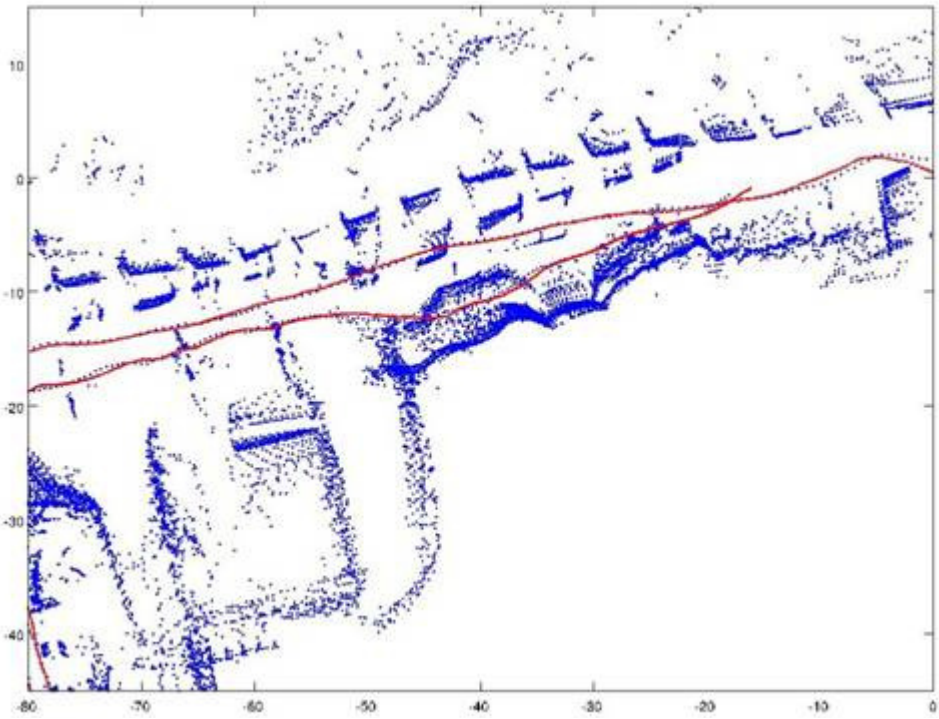


Figura 7: Detalhes do mapeamento com pose obtida pela fusão entre dados de odometria e GPS.

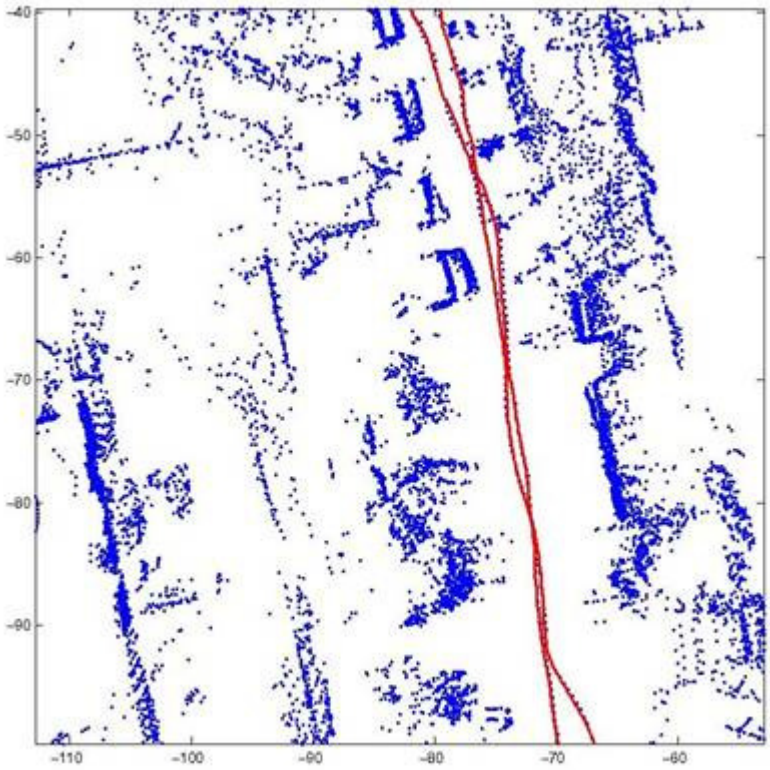


Figura 8: Detalhes do mapeamento com pose obtida pela fusão entre dados de odometria e GPS.

Nas imagens ampliadas podemos verificar que algumas estruturas parecem estar duplicadas, isso fica bem claro na figura 7. Foi verificado, usando uma sequência de vídeo adquirida da câmera embarcada, que o veículo realizou a mesmo percurso de ida e volta no final da trajetória, entretanto o sensoriamento indicou

posições bastante diferentes para os dois instantes. Os resultados mostram que apesar das cartas locais estarem consistentes a carta global contém imprecisões, que ficam evidentes principalmente nas regiões que são revisitadas (fechamento de loops).

Isto ocorreu pois os dados de GPS utilizados na estimativa de pose apresentaram um erro constante, do tipo polarização, provavelmente devido a alguma mudança na nuvem de satélites. Esse erro também continuou no processo de fusão com odometria, isso ocorre pois os filtros aplicados não são capazes de tratar um erro polarizado, visto que erros polarizados violam a hipótese básica que os ruídos sejam brancos gaussianos.

5. Conclusões e Perspectivas Futuras

Este trabalho mostrou o funcionamento de um sistema de mapeamento baseado em sensor laser. Através dele podemos perceber que a qualidade do mapeamento depende diretamente de uma boa estimativa de pose. Isso fica bem claro ao comparar o mapa criado baseado na pose apenas do GPS com o mapa que usa os dados gerados pela fusão de odometria e GPS. Neste último a nuvem de pontos ficou mais concisa e as estruturas muito mais bem definidas.

Através do mapeamento também foi possível observar questões relativas aos métodos de estimação de pose, como visto no caso de estruturas duplicadas no mapa global. Por outro lado, técnicas de mapeamento tem grande potencial de aplicação na correção desses problemas, possibilitando combinar dados obtidos de sensores proprioceptivos (odometria por encoders) com informações do ambiente, obtidas através de sensores externoceptivos tais como câmeras, sonares e o próprio laser. Essa é uma área muito interessante a ser explorada, onde a união dessas informações pode permitir a correção e obtenção de uma estimativa mais precisa da pose do veículo.

Outro ponto interessante a ser discutido é o fato de que o método empregado aqui admite o deslocamento do veículo em um ambiente plano, desprezando qualquer inclinação do mesmo. Este é um ponto fraco que pode ser corrigido através da consideração de um deslocamento com 6 DOFs (Degrees of Freedom), levando em conta a rotação e translação do veículo em todos os eixos. Tal representação tornará o método muito mais robusto, possibilitando o mapeamento em terrenos irregulares, e que violam a hipótese de planaridade, como acontece com a maioria dos ambientes externos.

Agradecimentos

Os autores agradecem os financiamentos advindos do PIBIC-CTI/CNPq (processo: 107240/2011-4) e aos outros pesquisadores da DRVC/CTI pelo apoio e suporte no desenvolvimento deste trabalho.

Referências

[1] Sebastian Thrun. Robotic mapping: A survey. In Exploring Artificial Intelligence in the New Millenium. Morgan Kaufmann, 2002.

[2] Renato José Martins, Samuel Siqueira Bueno, Luiz G. Bizarro Mirisola, Ely Carneiro de Paiva, e Paulo A. Valente Ferreira. Localização em robótica terrestre: Fusão entre odometria por múltiplos encoders e GPS. In X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, São João del-Rei, Brasil (Submetido), 2011.

[3] Jose Luis Blanco Claraco and contributors. Development of scientific applications with the mobile robot programming toolkit (MRPT). In The MRPT reference book, University of Malaga, 2010.

UM SISTEMA DE VISÃO ROBÓTICA MAIS FLEXÍVEL PARA O PROJETO AURAL

Rafael Guimarães Ramos, Geraldo Silveira, Artemis Moroni
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Departamento de Robótica e Visão Computacional
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
rafaelgramos@gmail.com, Geraldo.Silveira@cti.gov.br, Artemis.Moroni@cti.gov.br

Resumo

O projeto AURAL visa construir um ambiente para produção interativa de música pelo computador. A posição dos robôs é usada como parâmetro no algoritmo de sonificação. A posição é encontrada utilizando um sistema de visão. O sistema apresentava a limitação de ter de ser pendurado no teto, sobre o centro da arena. O objetivo desse trabalho foi possibilitar que a câmera pudesse ser instalada em qualquer local. Na solução proposta, o usuário deve indicar no computador os limites da arena, de forma que o programa possa calcular a Homografia, que mapeia coordenadas de pixel para coordenadas de arena.

Palavras chave: Visão Computacional, Visual Tracking, Robótica

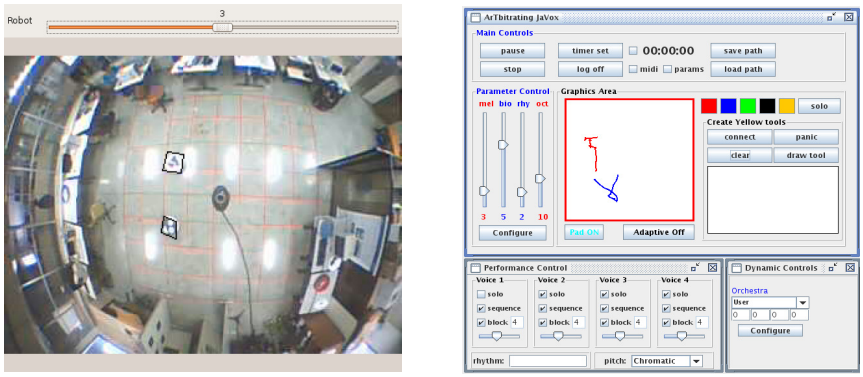
1. Introdução

O projeto AURAL "(Moroni et al., 2009)" tem como meta construir um ambiente para produção interativa de música pelo computador. A música é produzida pelo computador através de algoritmos evolutivos, e posição dos robôs numa arena é usada como parâmetro no algoritmo de sonificação

Para o monitoramento dos robôs na arena é utilizado o OmniEye, um sistema de visão que consiste em um conjunto câmera e espelho esférico "(Dias, 2007)". O conjunto fica suspenso no teto, no meio da arena. A câmera é colocada voltada para o espelho, o que aumenta a área capturada pela câmera. Esse tipo de sistema de visão é chamado de omnidirecional. A partir as imagens capturadas com a câmera, a posição dos robôs é localizada via um algoritmo de rastreamento visual "(Silveira, 2010)".

O sistema de visão apresenta, então, a limitação de ter que ser pendurado no teto, sobre o centro da arena, o que dificulta a instalação e demonstração do AURAL em diferentes locais, que poderiam não ter os requisitos necessários para pendurar adequadamente o conjunto câmera espelho. Por exemplo, o teto poderia ser muito alto, o que acarretaria uma imagem muito pequena da arena, ou então poderia ser simplesmente muito difícil de pendurar o conjunto.

O objetivo desse trabalho foi tornar o sistema de visão mais genérico de forma que a câmera possa ser instalada em qualquer local (desde que forneça uma visão de toda a arena, mesmo que não por cima), sem a necessidade do espelho esférico (que é um equipamento mais frágil e caro do que a câmera, em geral uma webcam simples).



AURAL, ainda na versão restrita a visão superior. Janela do OmniEye (esquerda) e painel para determinação de trajetória e outros parâmetros (direita)

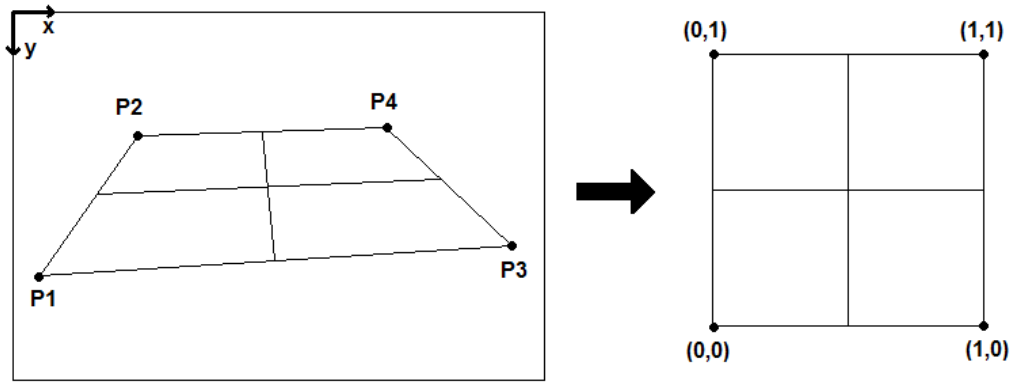
2. Solução proposta

A solução proposta consiste em deixar a câmera ser disposta em qualquer local, mas fazendo o usuário marcar na imagem capturada os pontos que são os limites da arena a ser utilizada. A arena é considerada sempre como um quadrado em que os vértices tem coordenadas (0,0), (1,0), (0,1) e (1,1). Entretanto, como nas imagens capturadas pela câmera a arena pode não aparecer como um quadrado devido à perspectiva, é necessário fazer uma conversão da posição em pixel dos robôs rastreados para os valores de coordenadas da arena (que variam de 0 a 1). É importante lembrar que essas coordenadas da arena tem valores que não correspondem a nenhuma métrica real, isto é, são valores que não estão em metros, centímetros, etc. Os vértices possuem os mesmos valores, (0,0), (0,1), etc., independente do tamanho da arena.

O problema da conversão é um problema de encontrar a homografia, isto é, a matriz que ao multiplicar as coordenadas num sistema gera valores de outro sistema de coordenada. Nesse caso, deseja-se achar a homografia que mapeia os valores do sistema de coordenadas da imagem (em pixels) para o sistema de coordenadas da arena (com valores que variam de 0 a 1):

$$p' = Hq \qquad p = \frac{p'}{w_{p'}}$$

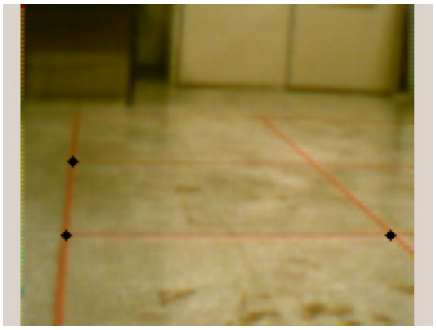
onde H é a matriz de Homografia, p, p' e q estão em coordenadas homogêneas, p representando as coordenadas de arena e q as de imagem.



Problema a ser resolvido: encontrar a matriz que transforme as coordenadas de imagem (esquerda) nas coordenadas de arena (direita)

O problema de encontrar a homografia é bem documentado na literatura, sendo inclusive fornecido como função da biblioteca OpenCV (cvFindHomography). O próprio manual de referência do OpenCV "(Intel)" contém uma explicação do método. Basta possuir pontos amostrais suficientes tanto nas coordenadas de um sistema (origem) quanto no do outro (destino) para determinar a matriz. Nesse caso, passam-se as coordenadas dos quatro vértices da arena.

Por fim, foi necessário desenvolver uma interface através da qual o usuário possa marcar os vértices da arena. Antes do módulo de visão entrar no modo de rastreamento, passa-se por uma etapa em que é pedido ao usuário que clique na imagem capturada os vértices da arena, na seguinte ordem: (0,0), (1,0), (0,1), (1,1). Após isso, é calculada a homografia e entra-se no modo de rastreamento. Toda posição rastreada pelo módulo é primeiro convertida pela homografia e só então passada para outros módulos do AURAL para a geração de música.



Marcando os extremos da arena

A solução proposta foi desenvolvida principalmente na linguagem C utilizando a biblioteca OpenCV. Foi utilizada também a linguagem Java para pequenas modificações em outros módulos do AURAL.

3. Conclusão

Neste trabalho, foram realizadas melhorias no sistema de visão do projeto AURAL, tornando-o, de forma que a câmera pode agora ser posicionada em qualquer posição no chão para monitorar a arena, e não mais apenas no teto. Basta para o usuário definir os quatro pontos extremos da arena que uma matriz Homografia é calculada, possibilitando o mapeamento das coordenadas de imagem (em pixel) para as coordenadas normalizadas (de um quadrado 1x1). Essa melhoria facilita a instalação do AURAL em outros

ambientes (como salões de eventos), além de dispensar o uso do espelho esférico, que é um equipamento frágil e mais caro que a câmera (em geral, uma webcam simples).

Referências

Moroni, A.; Manzolli, J. An Evolutionary Sonification Process Based on Robotic Trajectories. In: IEEE Latin American Robotics Symposium, 2009, Valparaíso. Simpósio de Robótica LARC + LARS 2009. Valparaíso: Centro de Robótica Universidade Técnica Federico Santa Maria, 2009.

Silveira, G.; Malis, E. Unified direct visual tracking of rigid and deformable surfaces under generic illumination changes in grayscale and color images. International Journal of Computer Vision, Vol. 89, No. 1, pp. 84-105, 2010.

Dias, Igor – Desenvolvimento de um Sistema de Visão Omnidirecional Aplicado a Navegação Robótica. Relatório para DRVC/CTI, 2007.

OpenCV Reference Manual, Intel - http://www.cs.unc.edu/Research/stc/FAQs/OpenCV/OpenCVReferenceManual.pdf

CONTROLE DOS SISTEMAS CREATE (IROBOT), PELO AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO VISUAL PURE DATA

Felipe Jun Fujioka Shida; Artemis Moroni
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional(DRVC)
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
felipeshida@cti.gov.br

Resumo

O ambiente de programação visual Pure Data (PD) foi escolhido para implementar os projetos na área de experimentos robóticos multimodais, por unir uma fácil programação de movimentos coletivos síncronos e um sistema de visão e sonificação robusto. Este artigo descreve o processo de controle dos robôs Create no ambiente PD. O PD é brevemente apresentado, bem como o mecanismo de controle seria e as rotinas implementadas. Nos testes realizados com os robôs observou-se um bom desempenho.

Palavras chave: Create, Pure Data, sonificação, coreografia.

1. Introdução

O ambiente PD foi criado por Miller Puckette nos anos 90 para executar síntese de som e tratamento de sinais sonoros em tempo real. Por se tratar de um projeto de código aberto, a comunidade do PD conta com um grande time de desenvolvedores ao redor do mundo, que contribuíram enormemente para tornar esta linguagem algo mais versátil e com muitas outras possíveis utilizações além da síntese sonora. Tais razões levaram à escolha do ambiente PD para implmentar os projetos na área de experimentos robóticos multimodais por unir uma fácil implementação de movimentos coletivos síncronos e um sistema de visão e sonificação robusto. Destes trabalhos pode-se aproveitar diversas extensões independentes para controle serial e de imagem e vídeo, que tornam o PD uma ótima opção para o projeto.

A implementação do controle foi balizada pelo artigo DUETO (Manzolli 2010), para implementação de um sistema de vozes interativas envolvendo improvisação e algoritmos generativo. Os controles e estratégias desenvolvidas foram desenhadas para permitir a implementação de um sistema colaborativo entre parte mecânica (os robôs), parte sonora (PD) e operador do sistema (PD e controle externo).

2. Antecedentes

Como descrito anteriormente, o PD possui uma versatilidade quanto à suas aplicações e por isso foi escolhido para comportar o experimento robótico coletivo multimodal Leibowitz (Moroni, 2011), que visa o desenvolvimento de um módulo de coreografias para múltiplos robôs, com sonificação.

Os trabalhos desenvolvidos juntamente com o Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora (NICS), da UNICAMP, também pesaram nesta escolha, devido à experiência com programação em PD aplicado a sistemas sonoros.

O sistema robótico Create da empresa iRobot possui uma interface de programação aberta bem simples e repleta de aplicações práticas interessantes. Esta interface, que funciona por comunicação com strings seriais comuns, é facilmente adaptada para comandos mais simples em PD, que podem ser agrupados facilmente e temporizados de forma a programar as coreografias e retornar os dados dos diversos sensores do robô.

Nos primeiros testes com o Pure Data, foi possível verificar o bom desempenho do sistema que estava sendo programado.

3. Ambiente de programação Pure Data

A linguagem de programação e o ambiente Pure Data funcionam com um paradigma de fluxo de dados com ativação por "bangs", que seriam sinais de ativação enviados por qualquer tipo de atividade ou variação de dados nos objetos do programa.

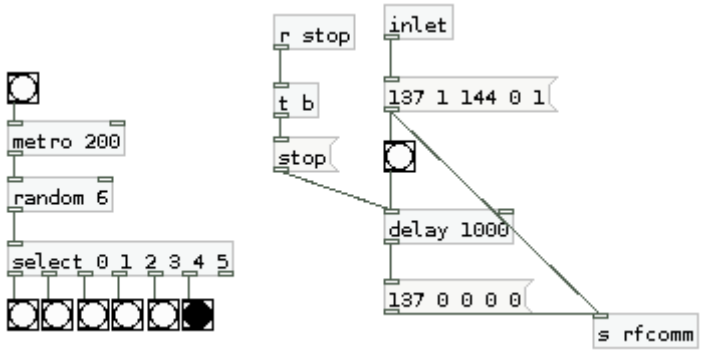


Figura 1 - Exemplo de piscador aleatório (esquerda) e envio de comandos para a porta serial (direita) programados em PD

O pacote básico do PD contém um pacote simples de funções matemáticas, de seleção, desvios e para fazer referências de endereços, suficientes para qualquer tipo de implementação computacional simples de cálculo e organização de dados, além de uma série de funções para tratamento de sinais sonoros e de input e output de som. Para fazer o controle das portas seriais e tratamentos de vídeo, são necessários outros objetos externos, desenvolvidos independentemente e aprovados pela equipe interna do PD. Existe uma biblioteca completa chamada Pd-extended, com diversos desses objetos já instalados. Para o projeto utilizamos a versão mais recente disponível da versão estendida (Pd-extended 0.42.5).

Para fazer o controle serial foi utilizado o objeto externo Comport (http://wiki.puredata.info/en/comport), que será explicado em seguida.

3.1 Objeto Comport

O objeto comport dá acesso à escrita em um arquivo para comunicação por porta serial, que no caso foi feita através de um adaptador Bluetooth já implantado nos robôs. Este objeto foi desenvolvido para ser utilizado no UNIX.

Este objeto dá controle total para configurar a porta de forma a igualar aos requisitos do sistema receptor. No caso do Create é necessário que as configurações apresentem os seguintes dados

- 57600 de taxa de BAUD;
- 8 bits de dados;
- nenhuma paridade;
- 1 bit de parada;
- sem controle de fluxo;

Para utilizar o objeto é preciso enviar mensagens do próprio PD para indicar os endereços de arquivo e comandos de escrita, abertura e fechamento da porta de comunicação.

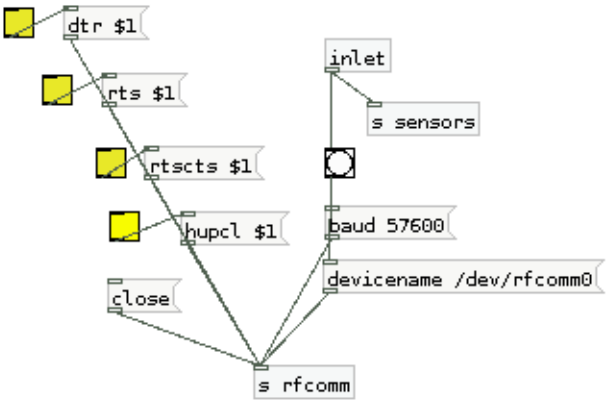


Figura 2 - exemplo de configuração da comunicação serial

O trabalho sobre esta implementação envolve a utilização do recurso de abstração do PD, que permite o encapsulamento de objetos e rotinas dentro de um outro objeto fechado, com entradas e saídas especificadas pelo programador. Este recurso é importantíssimo para facilitar a programação de novos objetos que podem ser utilizados e copiados sem muito esforço e sem a necessidade de inserir mais rotinas para o controle dos robôs.

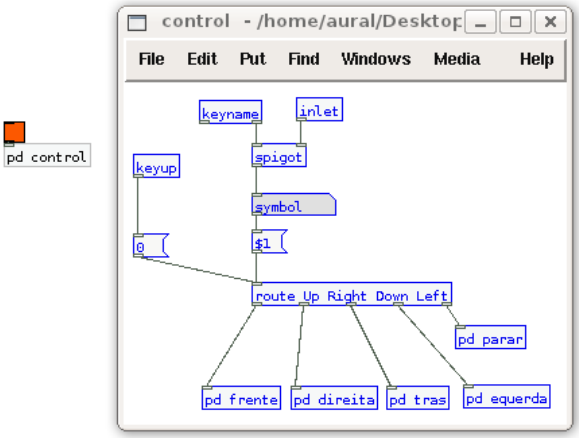


Figura 3 - exemplo de abstração, à esquerda temos o objeto criado e à direita a rotina encapsulada neste objeto

3.2 Principais resultados

Foram implementadas uma série de rotinas para testes das possibilidades do projeto, entre elas se destacam:

- controle digital, pelas teclas do teclado, para facilitar o posicionamento;
- implementação de alguns “passos de dança”, pré-definidos pela tradução de comandos da interface do robô;
- implementação de coreografias programadas, coreografias aleatórias e coreografias semi-aleatórias dependentes de histórico;
- implementação da leitura de sensores;

Além destas implementações foram feitos testes para localização por vídeo, a fim de fazer a realimentação do sistema por agentes externos.

4. Conclusões

De um modo geral os resultados obtidos nos testes e protótipos de implementação confirmaram as expectativas para as possibilidades do PD, diminuindo delays de processamento, devido à execução por threads, obtendo completude das possibilidades do robô e ainda apresentando todas as possibilidades de sonificação e controle de vídeo, que serão futuramente incluídas no projeto, baseadas nas idéias compartilhadas com o NICS.

Agradecimentos

Ao programa PIBIC/CNPq do CTI Renato Archer pelos recursos oferecidos e pela possibilidade de realizar esse projeto. Ao CTI e à DRVC pelo espaço de trabalho e aos profissionais direta ou indiretamente relacionados ao projeto.

Referências

[1] Manual Create Open Interface, em http://www.irobot.com/filelibrary/pdfs/hrd/create/Create%20Open%20Interface_v2.pdf
[2] A. Farnel. Sound Design. Applied Scientific Press Ltd.Digital prepress run 0th edition. SAE student edition. Setembro 2008.
[3] J. Manzolli. An interactive evolutionary system for generating synthetic voice interaction. 2010.
[4] J. Fornari. Patches exemplo de apresentações em Pd disponíveis em http://sites.google.com/site/tutifornari/Home
[5] Casemiro, M., Moroni, A. ERoMm/Leibowitz: ambiente generativo aplicado à criação de coreografias robóticas. Documento Interno DRVC/CTI: Plano de Trabalho PIBIC, 2011.

DOCUMENTAÇÃO E REORGANIZAÇÃO DO AMBIENTE AURAL PARA O SUBVERSION

Rafael Zanetti de Souza, Artemis Moroni
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
zanetti.eca@gmail.com, Artemis.Moroni@cti.gov.br

Resumo

Por contar com várias versões, o ambiente AURAL requer uma organização mais elaborada para que suas atualizações possam ser controladas. Este documento traz uma proposta de reestruturação do AURAL no gerenciador Subversion, buscando uma maior eficácia no monitoramento e aplicação das modificações realizadas pelos desenvolvedores. Ainda visando otimizar o desenvolvimento, iniciou-se a prática de manualização dos procedimentos, com o propósito de auxiliar novos integrantes que passem a fazer parte da equipe.

Palavras chave: AURAL, SVN, otimização, manualização.

1. Introdução

No AURAL, uma sequência de eventos sonoros é organizada a partir do comportamento coletivo dos robôs numa arena de 4m x 4m (Figura 1). Na tentativa de remodelar o sistema, o primeiro passo foi uma análise das diversas famílias que foram liberadas para o projeto, com a finalidade de entender suas diferenças e utilidades, além de compreender a forma como foi feita a integração entre seus componentes.

Na primeira versão do AURAL, as trajetórias eram desenhadas e transmitidas para um robô mestre, o NOMAD, percorrê-las na arena, onde outros robôs se locomoviam, utilizando o seu modo pré-programado de varredura. Projeções bi-dimensionais associam as regiões da arena a eventos MIDI. A interação da comunidade de robôs é observada por um sistema de visão omnidirecional, o OmniEye, que informa a localização de cada robô ao sistema de sonificação. A Figura 2 mostra a arquitetura do ambiente AURAL. A Figura 3 apresenta a interface interativa através da qual as trajetórias são desenhadas e transmitidas para o(s) robô(s).

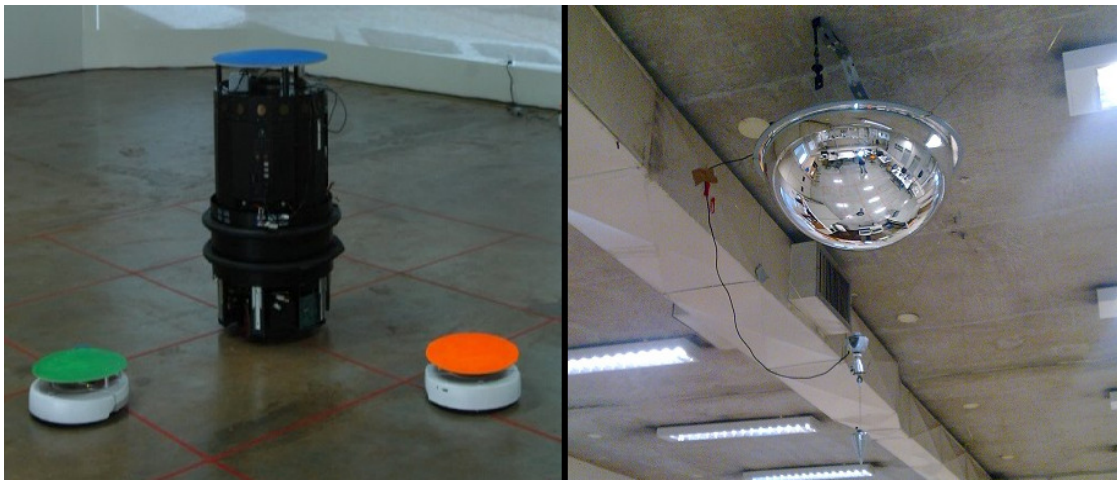


Figura 1. À esquerda, o robô Nomad e os robôs Create. À direita, o sistema de visão omnidirecional.

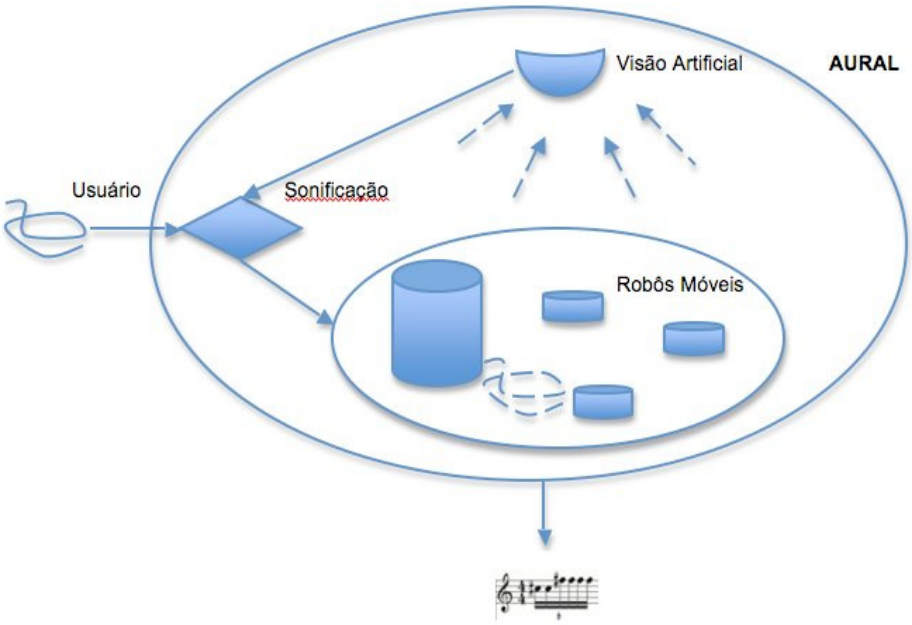


Figura 2. A curva desenhada pelo usuário é transmitida como trajetória para o robô mestre percorrer na arena, onde outros robôs se locomovem. O sistema de visão envia a posição dos robôs como parâmetros para o sistema de sonificação.

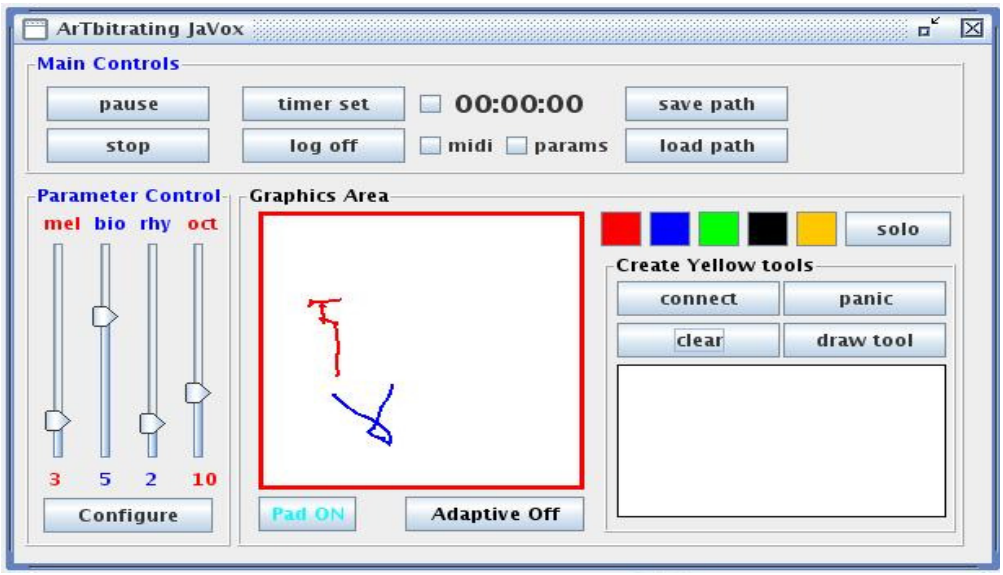


Figura 3. A interface gráfica JaVOX, onde o usuário entra com a trajetória que será percorrida.

Na versão 2, o módulo de trajetórias programadas foi estendido aos robôs Create. Nesta versão, cada robô recebe uma trajetória desenhada pelo usuário para percorrer na arena. O efeito colateral é que o número de informações (mensagens) entre o sistema de visão e o sistema de sonificação aumentou, e a performance do sistema se degradou. Do ponto de vista demonstrativo, a versão com os robôs Create navegando em seu modo (autônomo) é mais interessante. Assim, ambas as versões tem aspectos positivos, uma do ponto de vista performático, e outra do ponto de vista de controle, desejáveis de serem mantidas.

O ambiente AURAL foi ainda desenvolvido para a internet, como WebVOX, uma versão que permite ao usuário interagir de forma remota, por meio da internet. Esta versão controla o robô Pioneer P3-DX, e utiliza a infra-estrutura do projeto de WebLabs robóticos REAL (sigla em inglês para Laboratórios Remotamente Acessíveis), a plataforma REALabs-BOT.

Posteriormente, uma nova versão do OmniEye, robusta à variação de luminosidade, foi desenvolvida. O OmniEye tem papel essencial no AURAL, pois monitora os robôs e os informa suas posições atuais em uma projeção bidimensional da arena, alem de associá-las a eventos MIDI. A primeira versão do OmniEye utilizava um algoritmo chamado CamShift, que detectava os robôs a partir de um painel colorido que era colocado sobre eles, onde cada robô recebia uma cor diferente, como mostra a Figura 1. Mas o sistema era muito sensível à variação de luminosidade. Para contornar tais complicações, foi desenvolvido um novo algoritmo de monitoramento para o OmniEye, o ESM Visual Tracking. Para o ESM, as capas que identificam os robôs utilizavam, ao invés de cores, padrões criados a partir de figuras em formatos assimétricos, em branco e preto, que durante os experimentos se mostraram mais resistentes às variações globais de luminosidade. A Figura 4 mostra os padrões de capa criados.

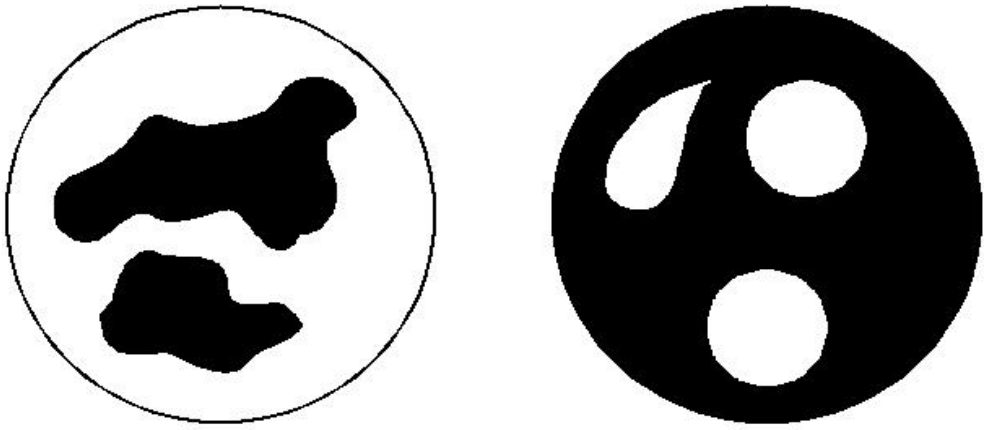


Figura 4. Capas criadas para a utilização do ESM.

2. A organização das versões

Com o número crescente de versões, o gerenciamento delas e de suas modificações tornou-se cada vez mais complexo, exigindo uma estruturação dos arquivos de forma estratégica, a fim de facilitar o monitoramento nas alterações das diferentes versões.

Para tal finalidade, foi adotada a utilização do Subversion, conhecido também como SVN, que é uma ferramenta de controle de versão, que utiliza um repositório único e permite o controle das alterações, além do armazenamento de logs de modificações. No SVN, a arquitetura da organização de dados é feita na forma de um trunk e vários branches e tags. Esta disposição pode ser vista como uma árvore, onde o trunk, ou tronco, representa as versões estáveis do projeto obtidas até então. Os branches, ou galhos, são modificações das versões, feitas pelos desenvolvedores, que poderiam prejudicar a estabilidade da versão atual, sendo necessárias serem desenvolvidas paralelamente.

Quando esta modificação se mostrar vantajosa e for implementada, o branch é unido ao trunk, tornando-se parte dele, e esta modificação é então passada para os demais branches existentes. A tag serve para marcar versões estáveis ao longo do processo de desenvolvimento do projeto.

O arranjo atual encontrado no SVN do AURAL não atende às exigências propostas, e buscará ser atualizado, conforme mostra o esquema na Figura 5.

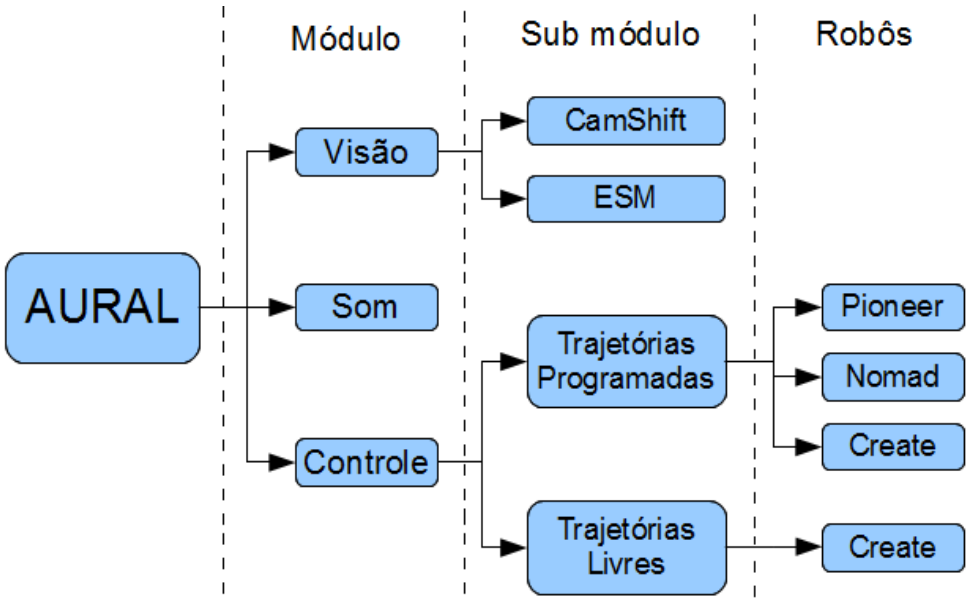


Figura 5. Os diferentes módulo do sistema AURAL

3. Adaptando o AURAL para diferentes sistemas

O AURAL foi desenvolvido sobre a plataforma linux, particularmente na versão Ubuntu 8.04 (Hardy), e por possuir maior robustez neste, a adaptação do sistema a versões mais recentes foi deixada de lado. Por datar de abril de 2008, a versão 8.04 já pode ser considerada antiga, e por consequência não apresenta suporte aos dispositivos de hardware mais atuais, como placas de som e vídeo, o que acrescentou uma complicação na instalação do AURAL em maquinas mais atuais. Uma possível solução é a atualização do banco de drivers desta versão, mas quando o problema ocorre com os adaptadores de rede, esta atualização se torna trabalhosa, pois requer um segundo computador com conexão à internet, além da necessidade de conhecimentos em atualizações de forma remota. Uma medida que visa auxiliar a compatibilidade é a adaptação do AURAL às novas versões do Ubuntu, uma vez que, a cada atualização, o suporte a hardware é estendido, abrangendo também os mais recentes, sanando o problema.

Prosseguindo com a instalação, após o linux estar completamente estável, foi iniciado o processo de instalação da biblioteca OpenCV, utilizada pelo OmniEye no monitoramento dos robôs. Esta instalação trouxe várias complicações referentes à falta pré-requisitos desta biblioteca, principalmente em relação a outras bibliotecas, que também necessitaram ser instaladas.

Como cada uma das configurações tinha suas particularidades e estas informações estavam dispersas entre várias fontes, foi desenvolvido um manual de instalação na busca de unificar tais procedimentos, e cobre desde a instalação do linux e dos pacotes necessários até a configuração do OpenCV.

4. Conclusão

Devido às atualizações feitas nas versões do AURAL, tornou-se essencial a organização dos dados para que fosse possível o monitoramento das modificações. O estudo elaborado mostra a estrutura para a reorganização dos módulos do projeto, pois o estudo realizado indica que existem modificações que podem ser efetuadas para otimizar este monitoramento.

Em conjunto com a estruturação da nova organização, tem sido levantada a importância da elaboração dos manuais dos procedimentos, a fim de convergir em um único documento todos os passos adotados em uma atividade e consequentemente economizar tempo nas próximas execuções. Ainda nesta

elaboração, serão padronizados os diretórios e nomenclaturas, com o intuito de facilitar a procura por estes dados.

Tais modificações irão facilitar a familiarização de novos desenvolvedores e pesquisadores que venham a participar do projeto, pois terão, além de uma estrutura bem definida, um manual explanatório do motivo desta organização, bem como a forma de mantê-la.

Agradecimentos

Ao programa PIBIC/CNPq do CTI Renato Archer pelos recursos oferecidos e pela possibilidade de realizar esse projeto. Ao CTI e à DRVC pelo espaço de trabalho e aos profissionais direta ou indiretamente relacionados ao projeto.

Referências

[1] MORONI, A. M. F. S., MANZOLLI, Jônatas, From Evolutionary Composition to Robotic Sonification In: EvoApplications 2010, 2010, Istambul. Applications of Evolutionary Computation. Berlin: Springer, 2010. p.401 - 410

[2] MORONI, A. M. F. S., RAMOS, J., GUIMARAES, E., MANZOLLI, Jônatas, Humans and Machines Interacting in a Robotic Sonification Environment In: IROS Workshop on Robots and Musical Expression, 2010, Taipei. IROS Workshop on Robots and Musical. , 2010.

[3] GUIMARÃES, R. Desenvolvimento de um sistema de rastreamento visual robusto a variação luminosa para o Projeto Aural. Relatório Interno DRVC – JICC'2010.

[4] MURPHY, D. Managing Software Development with Trac and Subversion. PACKT Publishing, 2007.

AMBIENTE GENERATIVO APLICADO À CRIAÇÃO DE COREOGRAFIAS ROBÓTICAS E ACOMPANHAMENTO MUSICAL

Marcelo Casemiro Salvatori[1], Artemis Moroni[2]
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI
DRVC - Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
[1]marcelo.nforce@gmail.com; [2]artemis.moroni@cti.gov.br

Resumo

Este artigo descreve o desenvolvimento de um ambiente no qual são possíveis a geração e controle de coreografias robóticas juntamente com o acompanhamento musical em consonância com tais movimentos.

O projeto Leibowitz, como ficou conhecido, originalmente fora concebido para ser uma versão simples para demonstrações das capacidades generativas musicais dos robôs, assim, aproximando-os de seres autônomos que reagem ao ambiente através da combinação de parâmetros pré-definidos e padrões aleatórios gerados em tempo de execução.

Palavras chave: Leibowitz, robótica, coreografias de robôs, geração musical

1.Introdução

O Leibowitz Project surgiu com o objetivo de gerar e reproduzir notas musicais para sevir de acompanhamento para a movimentação de alguns robôs (iRobots Creates [5]) em uma arena. O algoritmo utilizado basicamente escolhe as notas a partir da coreografia (sequência de movimentos) enviada ao(s) robô(s).

Inspirada nas técnicas de composição musical de Arvo Pärt, a implementação é baseada em poucos elementos dentre os quais pode-se destacar as duas vozes, sendo uma melódica (M-voice) e outra harmônica (T-voice) e os Modos Gregos que, resumidamente, fornecem a base para a geração da escala do modo correspondente a partir de uma nota inicial.

2. Descrição

Surgido como um desdobramento do projeto AURAL [1], no qual eram utilizados um módulo de controle de trajetórias e um sistema de monitoramento omnidirecional, o Leibowitz foi concebido para ser um sistema mais simples e se possível mais rápido que o primeiro.

Utilizando parte da lógica empregada no AURAL, o Leibowitz foi desenvolvido quase que inteiramente em linguagem JAVA com o auxílio dos módulos de controle de trajetória implementados previamente em C com JNI [7].

Para a parte de sonificação, foi utilizada a biblioteca JFugue [3], através da qual é possível reproduzir notas MIDI individuais e configurar vários parâmetros como velocidade, tempo, instrumento, entre outros. Tais notas são geradas em tempo de execução utilizando o algoritmo composicional baseado na técnica de Arvo Pärt descrito por Manzolli [2].

O resultado final foi um sistema relativamente simples capaz de gerenciar o sincronismo de até 3 robôs em conjunto com a reprodução musical.

3. Composição Musical

Nesta seção e nas próximas subseções serão detalhados o mecanismo e funcionamento básico do algoritmo utilizado para a geração musical de que trata este projeto.

3.1. Modos Gregos

Os Modos Gregos são conjuntos de sete notas definidas como a distância ou o intervalo entre as teclas brancas de um piano. Por exemplo, iniciando-se pela nota D e tocando apenas as teclas brancas, ao final, será obtido o Modo Dórico que é caracterizado pela sequência {2, 1, 2, 2, 2, 1, 2}.

3.2. Drone

Um drone pode ser definido como uma nota, um padrão de notas ou um acorde que é tocado continualmente ao longo de uma composição musical. Em geral, este tipo de nota serve de base para o desenvolvimento da melodia em si. No Leibowitz, portanto, o drone é a nota inicial escolhida pelo o usuário para guiar a produção sonora subsequente.

3.3. Regras Melódicas – M-voice

A voz M-voice é a principal na composição musical aqui descrita. Em tempo de execução, ela será acompanhada pela T-voice em forma de acorde, ou seja, cada uma das notas corresponentes entre si tocadas de forma simultânea.

As regras utilizadas na construção do vetor M-voice estão intimamente relacionadas com o(s) comando(s) a ser(em) executado(s) pelo robô. Em outras palavras, a geração das notas acompanha a coreografia desempenhada pelo robô na arena.

Se for enviado, por exemplo, um comando FRENTE (quando executado, solicita ao robô que ande para frente por um tempo e velocidade dados), a função de escolha de notas utilizada é:

$$f(j) = j + 1$$

onde o índice j é a posição do vetor M-voice e $f(j)$ é a posição do vetor P a partir da qual será obtida a nota propriamente dita.

3.4. Regras Harmônicas – T-voice

As notas aqui geradas respeitam apenas duas restrições: o vetor T-voice deve possuir a mesma quantidade de notas de M-voice e não pode haver repetição de notas entre eles. Respeitadas essas restrições, gera-se a voz sem muitas complicações.

4. Implementação

4.1. Estrutura do Leibowitz Project

O projeto pode ser desmembrado em quatro classes: CreateThread, MatrizModos, TocadorNota e FileManager, sendo a principal delas a classe CreateThread que faz o gerenciamento das demais.

4.1.1. CreateThread

Esta classe é uma extensão da classe java.lang.Thread e, portanto, pode implementar o método run(), executado quando é feita a chamada start() da thread.

Uma vez instanciada, cada objeto da CreateThread representa um robô conectado por bluetooth, seu TocadorNota único e seu conjunto de movimentos (coreografia).

4.1.2. MatrizModos

A classe MatrizModos executa todo o algoritmo de montagem da Matriz de Modos Gregos, geração do vetor P, do vetor M-voice e do T-voice. A função de cada um deles será explicada posteriormente, mas por hora, é importante salientar que tais vetores formam o espaço a partir do qual serão geradas as notas musicais.

4.1.3. TocadorNota

Como dito previamente, a classe JFugue foi usada para reprodução sonora de cada uma das notas MIDI geradas pelo algoritmo. A classe TocadorNota, por sua vez, nada mais é do que uma instanciação de um objeto da classe JFugue e execução de uma String gerada pelo código principal da CreateThread.

4.1.4. FileManager

Como o próprio nome dá a entender, esta classe realiza o gerenciamento do arquivo de coreograficas, incluindo, portanto, a leitura do txt e geração dos vetores necessários para sua utilização.

Todo o projeto e suas ligações podem ser representados por um Diagrama de Classes como mostra a figura 1:

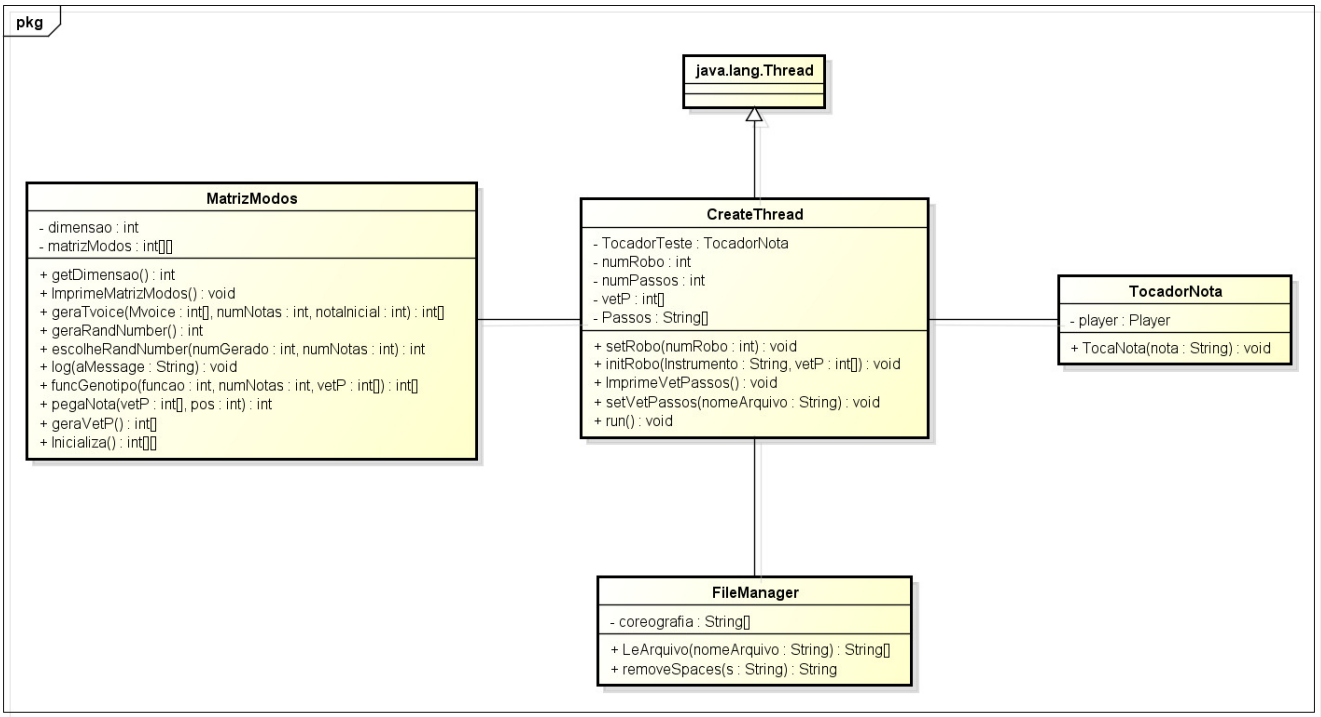

pkg
java.lang.Thread
MatrizModos
- dimensao : int
- matrizModos : int[][]
+ getDimensao() : int
+ ImprimeMatrizModos() : void
+ geraTvoice(Mvoice : int[], numNotas : int, notaInicial : int) : int[]
+ geraRandNumber() : int
+ escolheRandNumber(numGerado : int, numNotas : int) : int
+ log(aMessage : String) : void
+ funcGenotipo(funcao : int, numNotas : int, vetP : int[]) : int[]
+ pegaNota(vetP : int[], pos : int) : int
+ geraVetP() : int[]
+ Inicializa() : int[][]
CreateThread
- TocadorTeste : TocadorNota
- numRobo : int
- numPassos : int
- vetP : int[]
- Passos : String[]
+ setRobo(numRobo : int) : void
+ initRobo(Instrumento : String, vetP : int[]) : void
+ ImprimeVetPassos() : void
+ setVetPassos(nomeArquivo : String) : void
+ run() : void
TocadorNota
- player : Player
+ TocaNota(nota : String) : void
FileManager
- coreografia : String[]
+ LeArquivo(nomeArquivo : String) : String[]
+ removeSpaces(s : String) : String

Figure 1: Diagrama de Classes do Projeto Leibowitz

5. Algoritmo Utilizado

5.1. Matriz de Modos Gregos e Vetor Padrão de Modos

A Matriz de Modos Gregos é construída para controlar o relacionamento de um determinado Modo Grego com uma nota drone. Essa matriz S_{7x7} é fixa e definida como:

$$S_{7x7} = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 & 2 \end{pmatrix}$$

Cada uma das linhas dessa matriz corresponde ao padrão de intervalos dos sete modos gregos. Sendo,
Linha 1 - Modo Jonio
Linha 2 - Modo Dorico
Linha 3 - Modo Frigio
Linha 4 - Modo Lidio
Linha 5 - Modo Mixolidio
Linha 6 - Modo Eoleo
Linha 7 - Modo Locrino

Dada uma nota inicial P_0 (drone) e a escolha de um modo grego (linha da Matriz S_{7x7}), pode-se construir o vetor P fazendo:

$$P_{k+1} = P_k + S_{m,k}$$

Assim, por exemplo, se a entrada P_0 for igual a 62 e o modo grego escolhido foi o correspondente à linha 3 da matriz, o vetor padrão de modos gerado será:

$$P = \{62, 63, 65, 67, 69, 70, 72, 74\}$$

Note que esse vetor sempre será formado pela nota inicial P_0 e outras 7 notas geradas a partir do modo grego escolhido.

5.2. Vetores M-voice e T-voice

O vetor principal de notas, conhecido aqui como M-voice, é gerado a partir do método funcGenotipo(int funcao, int numNotas, int[] vetP).

O vetor T-voice, por sua vez, é formado por notas de acompanhamento que são tocadas simultaneamente com a nota correspondente (mesma posição) do vetor M-voice (voz principal). Assim, como num acorde, durante a execução, duas notas são tocadas de cada vez.

Para detalhes mais específicos e para uma descrição de um exemplo de execução do sistema rodando, consulte o Manual do Usuário – Leibowitz [5].

6. Conclusão

O projeto, apesar de concluído e de ter alcançado sua proposta inicial, permite inúmeras configurações e fornece margem para outros desdobramentos como refinamento musical, tornando a

melodia mais agradável, precisão nos movimentos, incorporação de outros parâmetros que porventura sejam interessantes para execuções futuras, entre outras.

O foco das aplicações futuras determinará os possíveis e futuros aperfeiçoamentos aos quais o projeto Leibowitz irá se submeter, mas, independente de qual seja, a implementação e lógica aqui descritos servirão de base de controle e produção musical.

Agradecimentos

O projeto foi desenvolvido como resultado de uma parceria entre o Dr. Jônatas Manzolli, coordenador do Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora (NICS), UNICAMP e a Dra. Artemis Moroni, pesquisadora da Divisão de Robótica e Visão Computacional (DRVC), CTI. Toda a base musical aqui descrita e extensivamente utilizada ao longo da construção da primeira versão funcional do Leibowitz foi providenciada por esses dois pesquisadores, sem os quais certamente o projeto não teria sido concluído.

Agradecemos também à DRVC/CTI pelo seu apoio a este projeto, ao programa PIBIC/CNPq do CTI Renato Archer e aos profissionais envolvidos direta ou indiretamente nos experimentos descritos

Referências

[1] MORONI, A., MANZOLLI, J. From Evolutionary Composition to Robotic SonificationIn: EvoApplications 2010, 2010, Istambul. Applications of Evolutionary Computation. Berlin: Springer, 2010. p.401 – 410

[2] MANZOLLI, J. An interactive evolutionary system for generating synthetic voice interaction. Internal Report, NICS/Unicamp, 2011 “Getting Started with JFugue” e “Using the JFugueMusicString”.http://www.jfugue.org/book.html

[3] Lecture 5: Introduction to JNIhttp://www-stat.stanford.edu/~naras/java/course/lec5/lec5.html

[4] iRobot Create® - Programmable Robot http://store.irobot.com/shop/index.jsp?categoryId=3311368

[5] Salvatori, M. Manual do Usuário – Projeto Leibowitz

ESTUDO DA API LABVIEW DO REALABS-BOT

Péricles Machado Soares; Eliane Gomes Guimarães
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional – DRVC
Rod. Dom Pedro I, Km 143,6
13069-901
{pericles.soares; eliane.guimaraes}@cti.gov.br

Resumo

Este artigo apresenta o estudo da API (Application Programming Interface) disponibilizada pela plataforma REALab do projeto REAL (Remotely Accessible Laboratory) e o desenvolvimento de um experimento de robótica móvel tele operado. Essa tarefa integra ferramentas disponíveis na plataforma REALabs do projeto REAL, principalmente a API desenvolvida anteriormente na linguagem de programação LabVIEW.

Palavras-chave: experimentos robóticos, tele robótica, laboratórios de acesso remoto, WebLab, LabVIEW

1 Introdução

Os WebLabs ou Laboratórios de Acesso Remoto têm sido propostos como solução para pesquisa, estudo e desenvolvimento de experimentos robóticos à distância, acessíveis pela internet ou redes de alta velocidade. O maior desafio encontrado no desenvolvimento desta ferramenta é fornecer um ambiente onde experimentos possam ser facilmente executados, agregados ou alterados.

Com o intuito de fornecer essa ferramenta, a Divisão de Robótica e Visão Computacional (DRVC) do Centro de Tecnologia de Informação Renato Archer (CTI), juntamente com o Departamento de Computação e Automação Industrial (DCA/FEEC) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), desenvolveu uma plataforma de acesso remoto (REALabs), no contexto do projeto REAL [1], onde é possível realizar testes, manipular e observar o funcionamento de robôs móveis através da rede.

1.1 Estudo da Plataforma REALabs

O projeto REAL [2] e [3] tem como objetivo principal pesquisar e desenvolver arquiteturas, software, aplicações e plataformas para facilitar o desenvolvimento de acesso a equipamentos robóticos, dentre as quais podemos citar os laboratórios de acesso remoto em torno da Internet e redes avançadas de alta velocidade. O projeto implementou uma plataforma para o desenvolvimento orientado a componentes de software, que permite a criação de ambientes colaborativos e de aprendizagem eletrônica que utilizem comunicação multimídia distribuída. Outra plataforma para a tecnologia de Serviços Web também foi implementada.na sequência. A arquitetura de software, base para essas plataformas, emprega as mais recentes tecnologias relacionadas a Sistemas Distribuídos Abertos, a Internet (WWW, XML, Java), Serviços Web, Engenharia de Computação (UML, Componentes de Software), Serviços Web e WEB 2.0. A plataforma atual, REALabs, foi implementada usando as tecnologias de sistemas distribuídos e internet listadas acima.

Em 2000, um laboratório de acesso remoto foi construído primariamente sobre a tecnologia de Sistemas Multimídia Distribuídos. Atualmente, está sendo desenvolvida uma nova versão com novas tecnologias Web. A primeira versão pode ser considerada como o sucessora do primeiro WebLab desenvolvido que usou tecnologias mais simples, como Java e HTML. Parte do trabalho relativo a este projeto já se encontra também publicada na literatura [4] e [5].

O laboratório de acesso remoto, REALabs-BOT WebLab, construído usando a plataforma REALabs, tem sua estrutura básica ilustrada na Figura 1. A infra-estrutura conta com seis robôs móveis da Mobile Robotics, quatro do modelo Pioneer P3-DX e dois Seekur Jr., adquiridos no escopo dos projetos GigaBOT/RNP, REALabs/Fapesp, Capes e Destine/Finep que poderão ser acessados através das redes Giga e KyaTera ambas de alta velocidade.

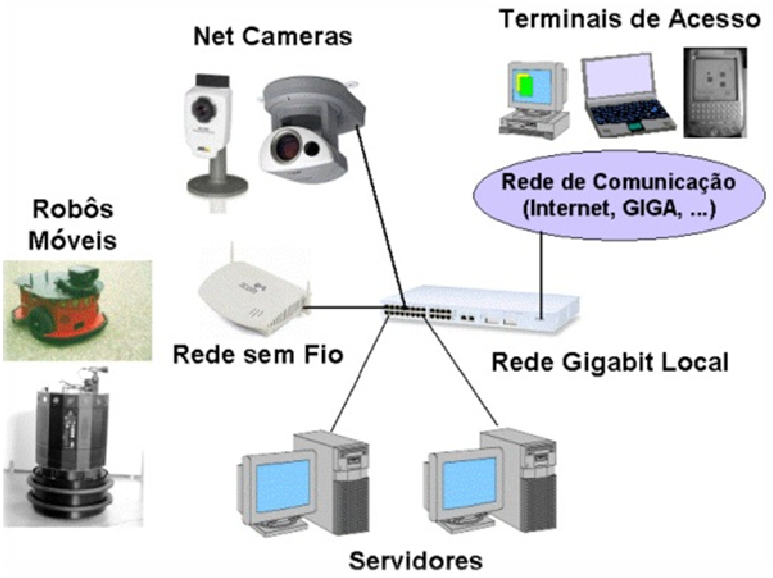


Figura 1: Estrutura do REALabs-BOT WebLab.

Por meio do REALabs-BOT WebLab, usuários remotos utilizam frameworks de navegação que permitem manipular e controlar o robô através de comandos simples, desenvolver e executar testes de algoritmos de navegação, observar o funcionamento do robô, executar funções administrativas como cadastramento, acesso e reserva de horários além da execução de experimentos práticos com o objetivo de aprendizagem eletrônica.

1.2 A Plataforma LabVIEW

A plataforma LabVIEW [7] (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) é uma linguagem gráfica de programação desenvolvida pela National Instruments, no ano de 1986. No LabVIEW, a montagem de um diagrama de blocos corresponde à programação em linguagem de texto.

O ambiente de desenvolvimento é dividido em duas partes principais: um diagrama de blocos, onde é desenvolvido o código fonte do programa e uma tela frontal, utilizada como interface para o usuário. O LabVIEW contém muitas bibliotecas e ferramentas para aquisição de dados, controle de instrumentos e automação industrial, e está disponível para diversos sistemas operacionais.

A programação é orientada ao fluxo de informações, tornando simples a implementação de sistemas complexos que envolvem aquisição e manipulação de dados, ou ainda o controle de equipamentos em paralelo.

Usando o LabVIEW o controle e monitoramento de processos, equipamentos ou experimentos é facilmente realizado por um computador ou via web.

O estudo da ferramenta de programação LabVIEW foi muito importante para o andamento do projeto, visto que será utilizada para implementação de experimentos robóticos, a partir dos instrumentos virtuais (Virtual Instruments – VI's) da API citada anteriormente.

1.3 Ferramentas Utilizadas

Para executar os programas, foi necessário, além do LabVIEW, o uso dos três programas descritos a seguir.

O VirtualBox, que é um programa de código aberto produzido pela Sun Microsystems e tem o objetivo de criar ambientes para instalação de sistemas operacionais distintos em uma mesma máquina. Esse programa permite a instalação de um sistema operacional dentro de outro, compartilhando fisicamente o mesmo hardware e com a possibilidade de uma ligação em rede entre o computador real e a máquina virtual.

O MobileSim [9] é um programa que permite a simulação de plataformas robóticas, bem como ambientes para utilização de robôs móveis. O software cria uma versão simulada do robô Pioneer P3DX, juntamente com mapas, estabelecendo uma conexão TCP/IP. Essas características permitem ao usuário simular todos os problemas de um projeto, sem a utilização de um robô real. O MobileSim foi instalado em uma máquina virtual Ubuntu [8], e todos os testes foram realizados com o simulador MobileSim.

O HTTPIpThru [10] é um microsservidor multithreaded escrito na linguagem C++, que fica embarcado no robô ou na máquina virtual que o simula. Ele é responsável pela segurança do robô e por tornar seus recursos acessíveis na forma de recursos Web. Todas as funções e comandos enviados pela API do LabVIEW disponibilizada pelo REALabs-BOT WebLab dependem do HTTPIpThru para fazer a ponte entre a aplicação e o robô.

2 Controle do robô Pioneer P3DX

2.1 Arquitetura de controle do robô Pioneer P3DX

O controle do robô é feito a partir de comandos ou programas gerados pelo usuário web, baseados em uma interface de programação (API) de alto nível, escrita na linguagem LabVIEW. Esses programas, geram strings que são enviadas a um microsservidor HTTP (HTTPIpThru) que é instalado no robô e é responsável pela segurança de acesso e conexão via web. O HTTPIpThru lê as strings e as traduz para a linguagem C++, no formato de programas compatíveis com uma biblioteca presente no robô, denominada ARIA (Advanced Robotics Interface for Applications). ARIA pode ser considerada uma interface de alto nível para o ARCOS, pois é ela que gera os comandos de uma forma que o ARCOS entenda. O ARCOS por sua vez é quem realmente executa os comandos diretamente na memória flash do microcontrolador embarcado no robô.

2.2 Estudos sobre controle de sistemas dinâmicos e a abordagem PID

Sistemas dinâmicos são aqueles cujo estado evolui no tempo, segundo uma regra que relaciona o estado presente aos estados passados. O controle desses sistemas se aplica exatamente a essa relação, para que o estado futuro se aproxime do desejado para o momento.

Os controladores proporcionais-integrais-derivativos (controladores PID) são atualmente os controladores mais utilizados na indústria, pela sua facilidade de funcionamento e implementação. A arquitetura de um controlador PID combina uma compensação proporcional com uma integral e uma derivativa e trabalha gerando o sinal de correção obtido através da comparação do set point com o feedback obtido da planta do sistema. A descrição da funcionalidade dos ganhos está mostrada na Tabela 1.

Esta abordagem foi escolhida pelo fato de que existem várias bibliotecas LabVIEW que facilitam a implementação de projetos de controle baseados em controladores PID. Além disso, o aluno já possuía conhecimento sobre o assunto, tornando menos trabalhoso o aprofundamento na teoria.

Tabela 1: Descrição dos ganhos proporcional, integral e derivativo.

Resposta Proporcional	Controla a velocidade de resposta de um sistema a uma entrada. Quando muito grande, pode causar oscilações indesejadas, levando o sistema à instabilidade.
Resposta Integral	Soma o termo de erro ao longo do tempo. É responsável por conduzir o erro de estado estacionário para zero.
Resposta Derivativa	Faz com que o sistema reaja mais fortemente à mudanças no parâmetro de erro. É muito sensível a ruídos, podendo levar à instabilidade quando em valores elevados.

2.3 Estudo da API em LabVIEW

Para adquirir base o suficiente para o desenvolvimento de experimentos robóticos utilizando a plataforma LabVIEW, foi necessário um estudo aprofundado das VI's disponíveis na API em LabVIEW na plataforma REALabs-BOT WebLab. Esta API [6] foi desenvolvida pelo aluno de IC PIBIC/CTI Bruno Noronha [6], aluno de Engenharia Mecânica da Unicamp.

A API estudada durante o projeto se baseia nas funções existentes no microsservidor HTTPIpthru e realiza a comunicação entre o usuário e o robô através da comunicação via HTTP. A partir da solicitação do usuário, o LabVIEW cria uma string de comando que é enviada ao robô. O microsservidor realiza o que lhe foi requisitado e devolve uma resposta ao programa na forma de um documento XML, que é "filtrado" pelo VI para que o usuário veja na tela somente as informações que são realmente importantes. A Figura 2 exemplifica o funcionamento da comunicação com o robô em um VI que mostra na tela o do documento XML e as informações filtradas.

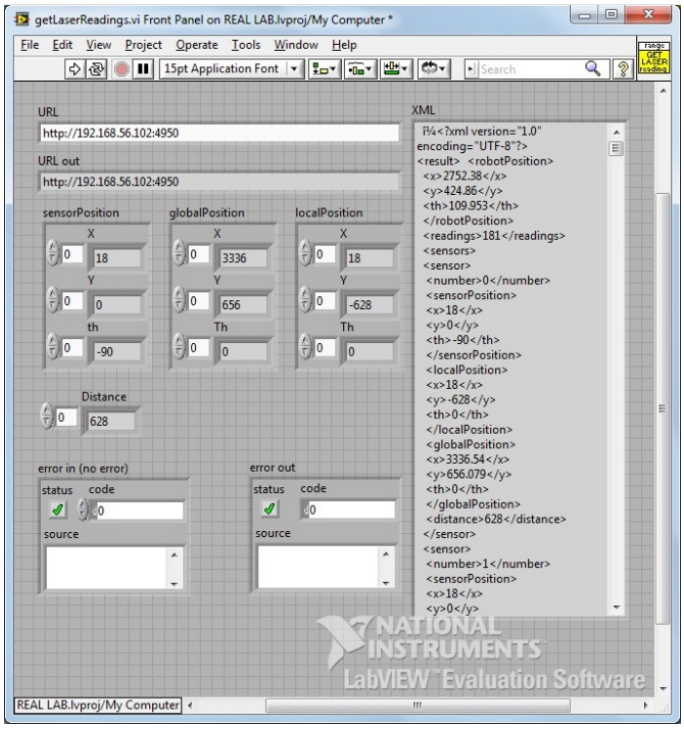


Figura 2: Exemplo de VI que faz a leitura dos sensores do robô e mostra na tela o documento XML com as respectivas informações filtradas pelo parser.

Essa API em LabVIEW da plataforma REALabs-BOT WebLab se divide em seis grupos de programas, de acordo com a funcionalidade de cada um deles. Uma breve descrição de cada grupo é feita a seguir.

O grupo de VI's do tipo Write, é responsável pela construção da string de comando enviada ao robô. O grupo Parsers possui VI's que filtram as informações enviadas pelo robô. Move é um conjunto que se divide ainda em dois sub-grupos, Get e Set, responsáveis pela aquisição dos dados do robô após os movimentos e pelo envio dos parâmetros necessários para o movimento, respectivamente. Por sua vez, o grupo de VI's do tipo Info captura informações sobre o robô, como nível de bateria, tamanho do robô e informações sobre os bumpers, por exemplo. Já o grupo Range, possui VI's de controle de distância, medindo-as a partir dos sensores do robô. Por fim, o conjunto Install possui VI's que constroem strings com parâmetros de segurança do robô e neles ajustam a prioridade de execução dos programas caso entrem em conflito.

3. Desenvolvimento de Algoritmos e Interfaces em Experimentos Robóticos

Unindo o conhecimento obtido sobre robôs móveis aos programas disponíveis na API em LabVIEW, foi possível começar a pensar no desenvolvimento de experimentos robóticos sobre a plataforma REALabs-BOT. A implementação de algoritmos clássicos relacionados a robótica móvel torna mais rápida a familiarização com os possíveis empecilhos na programação do robô Pioneer P3DX. Pensando nisso, foi decidido que o primeiro programa a ser implementado seria o "Evita Obstáculos".

3.1 Elaboração e testes do algoritmo "Evita obstáculos"

O algoritmo Evita Obstáculos é feito literalmente para que o robô evite obstáculos durante a navegação em ambientes variados, possibilitando que o robô percorra um caminho aleatório em uma sala sem bater nas paredes ou em quaisquer objetos, por exemplo.

Primeiramente, foi estabelecida uma distância mínima permitida do robô aos possíveis obstáculos. Em segundo lugar, foi dividido o robô em cinco setores: a lateral esquerda, a frente esquerda a frente, a frente direita e a lateral esquerda. Estabelecidas essas condições, o robô é programado para andar com velocidade frontal, e rotacionar no sentido horário ou anti-horário, caso encontre um obstáculo à esquerda ou à direita, respectivamente. Ao encontrar um obstáculo à frente, o robô foi programado para afastar do objeto (velocidade frontal negativa) e rotacionar no sentido horário, para posteriormente continuar sua trajetória. A Figura 3 mostra a primeira versão do programa que executava esse algoritmo.

Após vários testes, executando o programa em ambientes diferentes, foi observado que, em certas ocasiões, o formato do obstáculo e sua disposição espacial acabavam por acionar mais de um estado do programa, entrando em conflito de estados, fazendo com que o robô ficasse "perdido" e não conseguisse voltar à trajetória inicial.

Para corrigir esse problema, foi implementada no programa uma hierarquia de prioridade sobre os estados, que avalia a sobreposição e escolhe aquela que é mais segura de ser executada.

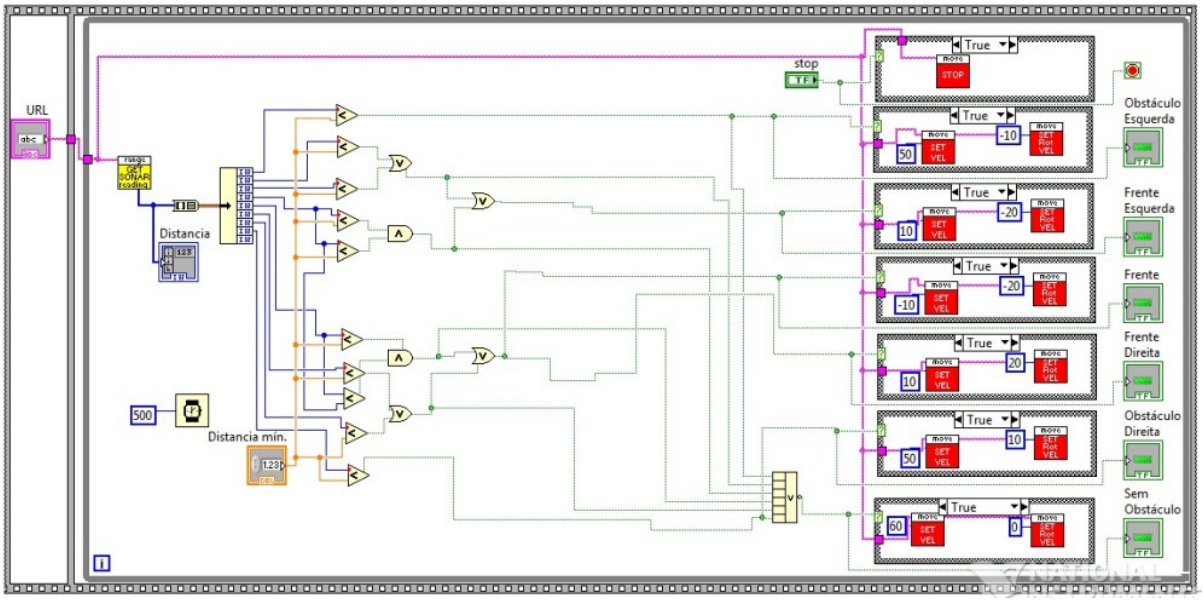


Figura 3: Algoritmo Evita Obstáculos – primeira versão

Após essas correções, foi possível chegar à versão final do programa, que funciona para todos os ambientes simulados que foram testados, em várias condições de distância mínima. A Figura 4 mostra o diagrama de blocos da versão final do programa, e a Figura 5 mostra o programa sendo executado em um ambiente simulado com o MobileSim, bem como a interface com o usuário do programa em LabVIEW.

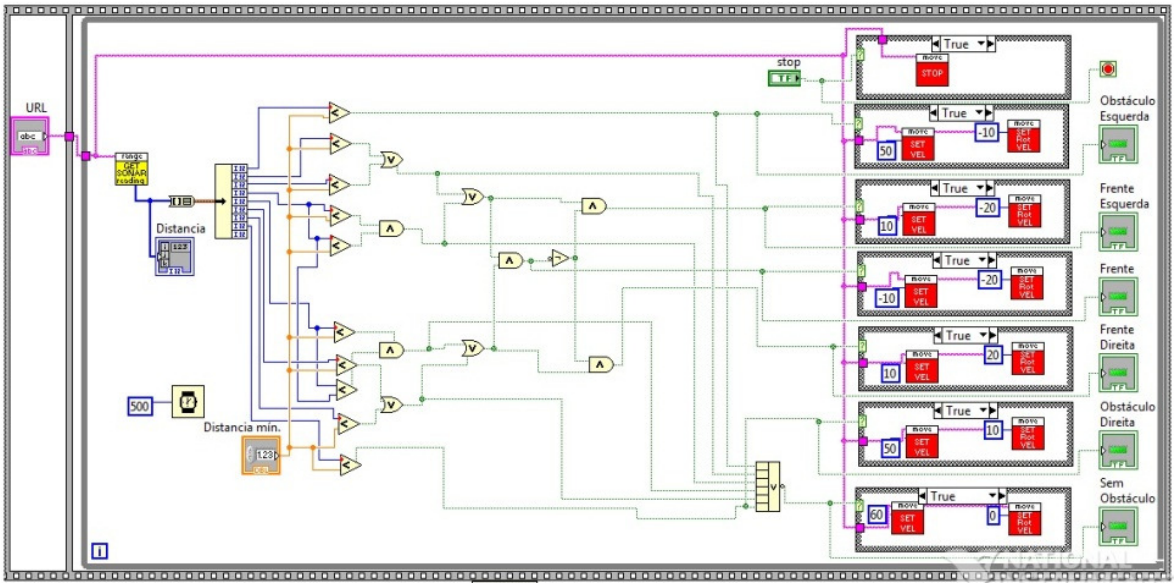


Figura 4: Diagrama de blocos da versão final do algoritmo Evita Obstáculos.

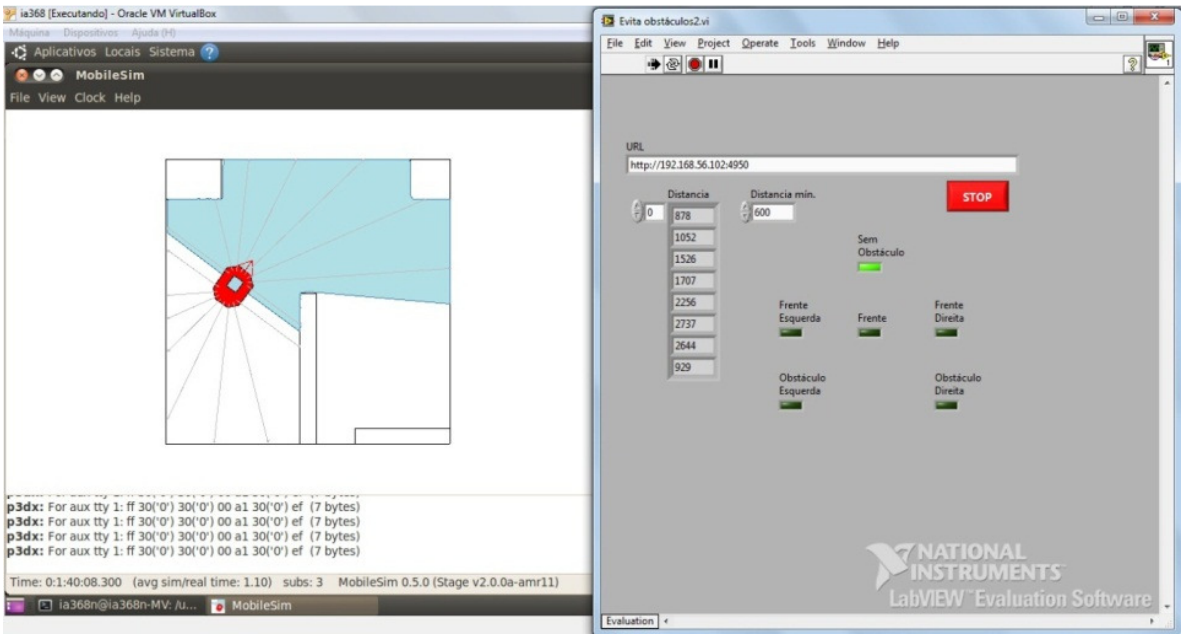


Figura 5: Execução do programa em um ambiente simulado e painel frontal de interface .

4 Conclusão

O estudo da plataforma REALabs, do REALabs–BOT WebLab e da API LabVIEW, bem como o estudo do robô e dos programas citados ao longo do trabalho foram cruciais para o entendimento do projeto, além de oferecer ao aluno uma ferramenta essencial para o posterior desenvolvimento de outros experimentos robóticos.

Os testes com o algoritmo Evita Obstáculos foram realizados com sucesso, dando ao aluno uma visão geral das dificuldades encontradas durante a programação e dos problemas que serão encontrados no prosseguimento do projeto.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar à orientação da pesquisadora Dra. Eliane Gomes Guimarães bem como ao apoio do doutorando Leonardo Olivi, que em muito contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço também à DRVC/CTI pela disponibilização de toda sua infraestrutura e pela oportunidade de desenvolver esse trabalho. E ao CNPQ pela possibilidade de participar desse projeto de iniciação científica PIBIC e por todos os recursos disponibilizados.

Referência Bibliográfica

[1] Guimarães, E. G., Cardozo, E., Moraes, D. H., Coelho, P.R.S.L., ”Design and Implementation Issues for Modern Remote Laboratories.” IEEE, Transactions on Learning Technologies, No. 1, Vol. 4, No. 2, pp. 149-161, April 2011.

[2] Cardozo,E., Guimarães, E., Rocha, L., Souza, R., Paolieri, F., Pinho, F., “A Platform for Networked Robotics.” IROS 2010, Internatinal Conference on Intelligent Robots and Systems, Taipei, Taiwan, 2010.

[3] Guimarães, E. G., Cardozo, E., Moraes, D. H., Coelho, P.R.S.L., ”Design and Implementation Issues for Modern Remote Laboratories.” IEEE, Transactions on Learning Technologies, No. 1, Vol. 4, No. 2, pp. 149-161, April 2011.

[4] Guimarães, E., Maffeis, A., Pereira,J., Russo, B., Bergerman,M., Cardozo, E. “REAL: A Virtual Laboratory for Mobile Robot Experiments”. IEEE Transactions on Education, 46 (1), february 2003.

[5] Guimarães,E., Maffeis,A., Pinto,R., Miglinski, C., Bergerman, M., Cardozo,E. Magalhães, M.. “REAL: A Virtual Laboratory Built from Software Components”. Proceedings of the IEEE, 91 (3), march 2003.

[6] Noronha,B., Guimarães, E. “Estudo e Integração das Plataformas REAL e LabVIEW para WebLabs”. Relatório de Atividades do CTI Renato Archer, 2010.

[7] WWW National Instruments, http://www.ni.com, janeiro de 2011.

[8] WWW Ubuntu, http://www.ubuntu-br.org/, fevereiro de 2011.

[9] WWW Mobile Robots, Inc. MobileSim Wiki, http://robots.mobilerobots.com/wiki/MobileSim, fevereiro de 2011.

[10] Cardozo, E., “Documentação do Servidor HTTPIpThru”, disponível na FEEC/Unicamp.

INFRAESTRUTURA REAL (WEBLABS) E CONTROLE DE ROBÔS MÓVEIS UTILIZANDO O WIIMOTE

Tuane Quintella de Andrade; Eliane Gomes Guimarães
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{tuane.andrade, eliane.guimaraes}@cti.gov.br

Resumo

Este artigo apresenta um estudo da infra-estrutura do laboratório de acesso remoto REALabs-BOT WebLab, assim como aplicações para o mesmo, focando-se em uma ferramenta de controle de um robô móvel usando acessórios do console Nintendo Wii, como o Wiimote.

Palavras chave: Nintendo Wii, Robótica móvel, Acesso Remoto, WebLab

1. Introdução

WebLabs, ou laboratórios de acesso remoto, tem o propósito de funcionar como ferramentas de suporte à pesquisa, principalmente à distância. No entanto, um grande obstáculo na implementação desse tipo de serviço é conseguir, de forma fácil e sem elevados custos, uma infra-estrutura onde experimentos possam ser incorporados e alterados conforme o necessário.

Explorando essa área o CTI conta com um ambiente para o desenvolvimento de Laboratórios de Acesso Remoto para robôs móveis, no projeto REAL (Remotely Accessible Laboratory) [1] [2] [3] [4], da Divisão de Robótica e Visão Computacional (DRVC). O acesso a esses laboratórios é realizado via redes de alta velocidade, e permite aos usuários manipular remotamente um robô através de comandos, desenvolver testes sofisticados de algorítmos de navegação, observar o funcionamento do robô e executar funções administrativas como cadastramento de usuários, acesso aos laboratórios e reserva de horários para a realização de experimentos.

2. Linguagem de Programação

Python [5] é uma das diversas linguagens disponibilizadas por meio de Interface de Programação de Aplicações (API) pela plataforma REALabs do projeto REAL e é uma linguagem de programação de alto nível, interpretada, imperativa, orientada a objetos, de tipagem dinâmica e forte. Atualmente possui um modelo de desenvolvimento comunitário, aberto e gerenciado pela organização sem fins lucrativos Python Software Foundation. Apesar de várias partes da linguagem possuírem padrões e especificações formais, a linguagem como um todo não é formalmente especificada. Construções de Python incluem estruturas de seleção, estruturas de repetição, construção de classes, subrotinas e escopos.

3. Robô Pioneer P3-DX

Os experimentos de robótica desenvolvidos, são projetados para o robô P3-DX, produzido pela ActivMedia Robotics, como mostrado na Figura 1.

A série Pioneer de robôs possui vários recursos que permitem a exploração e identificação de ambientes e a navegação autônoma. Podendo assim executar tarefas de mapeamento, teleoperação, localização, monitoramento de ambientes, reconhecimento, visão, manipulação, cooperação, entre outras.

Figura 1: Robô Pioneer P3-DX

A API embarcada do robô, ARIA (ActivMedia Robotics Interface for Application), é uma biblioteca Cliente-Servidor orientada a objetos de interface com a linha de robôs inteligentes móveis da ActivMedia Robotics.

A ARIA, além da biblioteca, disponibiliza softwares escritos com a biblioteca. Entre eles estão o MobileSim, um simulador gráfico que foi usado no estudo e desenvolvimento de aplicações para o robô. Com o MobileSim é possível ler mapas variados e fazer simulações com garantia de fidelidade ao mundo real.

4. Implementação com ARIA

Esta etapa consistiu em realizar, utilizando a API ARIA, operações básicas de controle sobre o simulador MobileSim e sobre o robô Pioneer P3-DX. No algoritmo do quadrado, por exemplo, o robô realizava movimentos de tal forma que sua trajetória descrevia um quadrado.

Os testes com simulador e robô possibilitaram uma comparação entre resultados teóricos e resultados práticos. O simulador apresentou um modelo próprio de erro e menor que o do robô real. Entre prováveis motivos para um erro real estão o problema de calibragem de atuadores, deslizamento no solo, erro na leitura de sensores que definem a posição final.

5. Plataformas de Serviço e Componentes de Software

Um serviço Web, ou WebService, é uma aplicação que proporciona dados e serviços a outras aplicações. Baseado em HTTP e XML, os serviços Web se apoiam em uma arquitetura de comunicações padrão entre o provedor do serviços e o cliente.

Os serviços Web, entre outras vantagens, são independentes de plataforma e de linguagem com as quais foram desenvolvidas, tanto as aplicações do provedor dos serviços como os clientes do mesmo.

Além de estudar sobre o funcionamento de serviços Web da plataforma REALabs no âmbito do REAL, foram pesquisadas diversas tecnologias utilizadas em Sistemas Distribúıdos como o Tomcat, Subversion entre outras, essenciais ao bom andamento do projeto.

6. Ambiente REALabs-BOT WebLab

O REALabs-BOT WebLab dispõe de dois robôs Pioneer P3-DX da ActivMedia com 16 sonares e bumpers (parachoques de proteção).

A infra-estrutura de suporte aos serviços consiste de um container de serviços Web Java instalado no servidor de aplicação Apache Tomcat. Uma câmera panorâmica é utilizada para captura de imagens quadro a quadro, sendo tipicamente utilizada para experimentos de navegação baseada em visão.

Para utilizar um experimento no laboratório remoto REALabs-BOT WebLab, o participante usa os serviços de acesso para autenticar-se e depois seleciona um experimento da lista dos possíveis. Assim é responsabilidade do usuário iniciar uma sessão de acesso com o WebLab.

Para restringir o uso do WebLab, o serviços de gerenciamento (administrador) de participantes possibilita o cadastro, atualização e remoção de participantes (grupos e usuários). Cada participante utiliza o WebLab de acordo com os papéis e permissões atribuições.

Com funcionalidades semelhantes, os serviços de gerenciamento de laboratórios, experimentos e recursos possibilita o cadastro, atualização e remoção de laboratórios, experimentos e recursos, bem como a associação dos mesmos. Somente depois das associações terem sido estabelecidas é que um experimento pode ser disponibilizado.

Serviços interativos com WebLabs necessitam de acesso exclusivo para certos recursos, como robô e câmeras e, por isso, demandam facilidades que possibilitem a reserva dos mesmos por um determinado tempo. Cabendo, portanto, ao sistema que os recursos associados ao experimento estarão disponíveis para a reserva em questão.

7. O dispositivo Wiimote

O Wiimote [6] , ilustrado pela Figura 2, é o principal dispositivo de entrada do vídeo game Nintendo Wii. Ele é um dispositivo sem fio que usa a tecnologia padrão Bluetooth para se comunicar com o console.

O Wiimote, ilustrado abaixo, possibilita uma série de operações para uso com uma câmera infravermelho, um acelerômetro de três eixos, onze botões de controle, um alto-falante e um botão estilo gatilho.

Os onze botões estão localizados na frente e o botão de gatilho está localizado na parte posterior do dispositivo Wiimote. Quatro botões em forma de cruz são utilizados como joystick (movimentos up, down, left, right).

Figura 2: Wiimote do Vídeo Game Wii

8. Acelerômetro

A partir das leituras da aceleração em cada eixo (X, Y, Z) é possível obter a velocidade do dispositivo de controle via integração da aceleração. Analogamente, a posição pode ser obtida via integração da velocidade. O Wiimote permite estimar mais precisamente a posição do dispositivo por meio da câmera infravermelho. Para tal, é necessário uma barra de leds localizada no campo de visão da câmera. A câmera infravermelho não foi utilizada neste trabalho. A Figura 3 ilustra os eixos do acelerômetro do Wiimote.

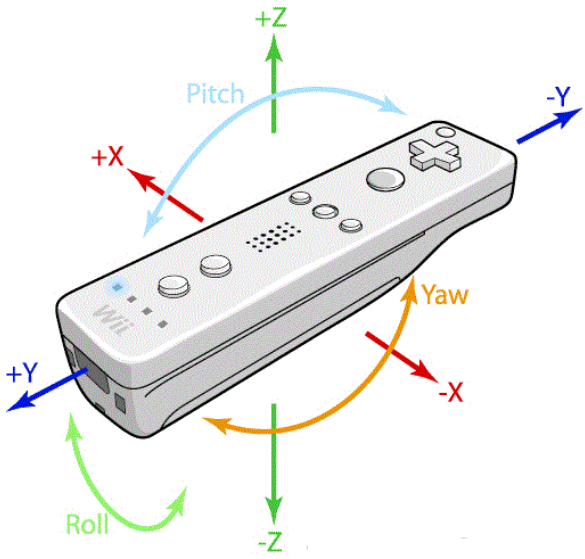


Figura 3: Eixos do Acelerômetro do Wiimote

9. Integração na Plataforma do REALabs-BOT WebLab

Para utilizar a ferramenta que foi integrada a plataforma do REAL, plataforma REALabs ministrada em algumas aulas do curso de pós-graduação [7], como um experimento e disponibilizada como um recurso de software. Para utilizar o controle por meio do acessório Wiimote, o usuário deve dispor de um computador equipado com interface Bluetooth, interpretador Python e API Cwiid. O usuário utiliza a câmera de bordo do robô e/ou a câmera panorâmica do ambiente para acompanhar os movimentos do robô. As interfaces de operação e visualização destas câmeras são oferecidas pelo REAL WebLabs.

10. Conclusões

Com o intuito de permitir estudos e experimentos com acesso remoto, foi estudada a utilização de ferramentas importantes nao só para construção de serviços Web, mas também para construir uma base de conhecimentos necessários para trabalhar com sistemas distribúıdos e para a criação de WebLabs.

Assim, não apenas experimentos robóticos foram estudados e desenvolvidos, mas também foram efetuados estudos na parte de serviços de acesso e desenvolvido um sistema a fim de permitir aos usuários de um determinado departamento que fossem utilizar os serviços do laboratório se cadastrar independentemente do administrador do sistema, precisando deste apenas para aprovação ou desaprovação do cadastro. Além disso, esse sistema permite ao moderador formar grupos de usuários com seus papéis e permissões a um determinado laboratório e seus experimentos de uma maneira simples e prática, descentralizando atividades que antes eram efetuadas apenas pelo administrador do sistema.

Finalmente, foi entendida a grande importancia dos serviços Web para as mais variadas aplicações, e com isso, uma área bastante interessante para a continuação desses estudos é investigar mecanismos para operação segura de WebLabs de forma federada fazendo uma interconexão de WebLabs, a fim de compartilhar recursos entre esses diversos laboratórios.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar à orientação da pesquisadora Dra. Eliane Gomes Guimarães bem como ao apoio do aluno de mestrado Fernando Paolieri Neto, que em muito contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço também à DRVC/CTI pela disponibilização de toda sua infra-estrutura e pela oportunidade de desenvolver esse trabalho. E ao CNPQ pela possibilidade de participar desse projeto de iniciação científica PIBIC e por todos os recursos disponibilizados.

Bibliografia

[1] E.Cardozo, E. Guimarães, L. Rocha, R. Souza, F. Paolieri, F. Pinho, et al., “A Platform for Networked Robotics.” IROS 2010, Internatinal Conference on Intelligent Robots and Systems, Taipei, Taiwan, 2010.

[2] Guimarães, E. G., Cardozo, E., Moraes, D. H., Coelho, P.R.S.L., ”Design and Implementation Issues for Modern Remote Laboratories.” IEEE, Transactions on Learning Technologies, No. 1, Vol. 4, No. 2, pp. 149-161, April 2011.

[3] E. Guimarães, A. Maffeis, J. Pereira, B. Russo, M. Bergerman, E. Cardozo, et al., “REAL: A Virtual Laboratory for Mobile Robot Experiments”. IEEE Transactions on Education, 46 (1), february 2003.

[4] E. Guimarães, A. Maffeis, R. Pinto, C. Miglinski, M. Bergerman, E. Cardozo, M. Magalhães. “REAL: A Virtual Laboratory Built from Software Components”. Proceedings of the IEEE, 91 (3), march 2003.

[5] Python: http://www.python.org/doc/. Acesso em Jun 2011.

[6] CWiid: http://abstrakraft.org/cwiid/. Acesso em Jun 2011.

[7] Cardozo,E. Guimarães, E. G.. Curso de Pós-graduação IA368N: Tópicos em Engenharia de Computação V: Robótica Móvel – Unicamp FEEC – Curso IA368N-2010.

CONTROLE AUTÔNOMO DE ROBÔS MÓVEIS ATRAVÉS DA INFRAESTRUTURA REALABS-BOT WEBLAB

João Leandro de Brito Neto; Eliane Gomes Guimarães
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{joao.brito; eliane.guimaraes}@cti.gov.br

Resumo

Este artigo apresenta o estudo da plataforma REALabs[1,2] e da Interface de Programação de Aplicações (API) em linguagem Matlab, oferecida pela plataforma, no âmbito do projeto REAL (Remotely Accessible Laboratories)[3]. Usando a API, foram desenvolvidos algoritmos de controle autônomo remoto testados em experimentos nos WebLabs da DRVC/CTI e FEEC/Unicamp com o robô Pioneer P3-DX.

Palavras-chave: Controle Autônomo, Robótica Móvel, Acesso, WebLab,

1. Introdução

Laboratórios de Acesso Remoto ou WebLabs “são laboratórios onde experimentos, equipamentos e sistemas reais podem ser controlados à distância através da Internet. Desenvolvidos com o intuito de viabilizar o compartilhamento de equipamentos e ideias entre pesquisadores de diferentes laboratórios, os WebLabs abrem um leque de possibilidades inovadoras na pesquisa colaborativa e no ensino a distância”.[4]

Neste contexto surgiu o projeto REAL, com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de WebLabs e construir uma infraestrutura de software para integrá-los em uma federação de WebLabs sobre rede óticas de alta velocidade, como a Giga da RNP (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa) e a KyaTera [5], da Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). Deste projeto surgiram vários outros, como os WebLabs Giga-BOT e REALabs-BOT.

O REALabs-BOT é um WebLab , construído usando a plataforma REALabs, que, através da Internet e da rede KyaTera, possibilita acesso remoto a experimentos práticos e compartilhamento de recursos na área de robótica móvel e visão computacional com robôs Pioneer P3-DX, localizados na DRVC/CTI e na FEEC/UNICAMP [6] [7].

1.1 Plataforma REALabs-BOT WebLab

A Plataforma REALabs-BOT WebLab é uma plataforma de software para acesso robótico remoto via rede. Esta utiliza protocolos abertos, como HTTP (Hypertext Transfer Protocol) e SIP (Session Initiation Protocol), e serviços e soluções de segurança que permitem o controle de robôs móveis via Internet ou redes privadas.

O robô é controlado através de comandos, em formato HTTP, enviados a um microsservidor, executado no processador interno do próprio robô, que gera uma resposta em formato XML (Extensible Markup Language). Utiliza-se atualmente o HTTPIpthru [8], um microsservidor multitarefa desenvolvido em linguagem C++.

A plataforma oferece APIs com interface de alto nível e em diversas linguagens (Java, C/C++, Python, C#, Matlab, LabView, Androide) para manipulação do robô. As APIs geram as requisições HTTP e executam a análise das respostas geradas em XML, oferecendo uma interface simples e funcional ao usuário.

1.2 Matlab

Matlab [9] é uma linguagem de programação em alto nível para computação técnica que disponibiliza um ambiente para desenvolvimento e gerenciamento de códigos, arquivos e dados, processamento de imagens e sinais, modelagem matemática e muitas outras funcionalidades e bibliotecas com funções de propósito específico que, fazem deste software uma ferramenta computacional muito poderosa para desenvolvimento de aplicativos de alta performance.

1.3 API em Matlab

Neste trabalho utilizou-se a API em Matlab, oferecida pela plataforma REALabs-BOT WebLab. Esta API é composta por uma série de funções para controle, configuração e monitoramento do robô, que permitem: configuração e controle de câmera PTZ (Pan Tilt and Zoom), captura de vídeo e imagem através da câmera, movimentação e estimativa posicionamento por odometria, leitura de sensores laser e sonares e obtenção de dados sobre o estado do robô e suas características.

Na API há também uma série de funções do pacote XML_Tollbox do Matlab, as quais são responsáveis pela leitura e interpretação, ou parser, dos documentos em formato XML que contém a resposta a um comando HTTP gerado pela chamada de uma função de controle.

1.4 Ferramentas utilizadas

MobileSim [10] é um software de simulação 2-D das plataformas MobileRobots que proporciona uma conexão similar à conexão de um robô real, via porta TCP, para controle de um robô simulado inserido em um ambiente com paredes e outros obstáculos.

VirtualBox [11] é um software virtualizador de propósito geral que permite a instalação de um outro sistema operacional de forma completamente isolada do sistema operacional original, porém, compartilhando os mesmo recursos de hardware onde estes estão instalados. Desta forma, tem-se virtualmente dois terminais independentes que podem se comunicam via rede.

O MobileSim e o microsservidor HTTPIpthru foram instalados num terminal Linux Ubuntu dentro do VirtualBox em uma estação com sistema operacional Windows Vista, o que permitiu a simulação mais próxima da realidade, onde o robô simulado é um módulo independente do terminal de controle onde a API estava instalada.

1.5 Robô Pioneer P3-DX

Nos experimentos, utilizou-se o robô Pioneer P3-DX [12] produzido pela MobileRobots Inc., mostrado na Figura 1.

Sua versatilidade, confiabilidade e durabilidade fizeram dele um dos mais populares robôs de pesquisa do mundo. Com este foi possível executar tarefas de mapeamento e reconhecimento de ambientes, teleoperação, localização e desvio de obstáculos nos experimentos realizados.

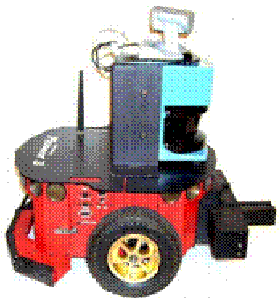


Figura 1: Pioneer P3-DX

2. Elaboração dos algoritmos de navegação

A navegação baseada em mapeamento local utiliza os sensores de medição de distância do robô para construir um mapa dos obstáculos ao seu redor. Este mapa mantém um tamanho fixo, limitado à região de alcance dos sensores, que é atualizado a cada leitura dos sensores.

Neste trabalho, implementou-se dois algoritmos de mapeamento. Um para contornar objetos e outro bastante conhecido para alcance de posicionamento global: o Tangent Bug - ambos de mapeamento local.

2.1 Algoritmo para contornar objetos

O algoritmo para contornar objetos é um método autônomo muito conhecido e bastante eficaz na resolução de labirintos e desvio de obstáculos. Este algoritmo consiste em detectar um obstáculo e contorná-lo, mantendo-o à direita, ou à esquerda, e a uma distância segura do robô. A tarefa de detecção e navegação foi realizada utilizando-se o conjunto de sonares do Pioneer.

A figura 2 apresenta uma vista esquemática da parte superior do robô, mostrando o posicionamento dos sonares e seus ângulos de leitura, medidos a partir do eixo de simetria longitudinal do robô.

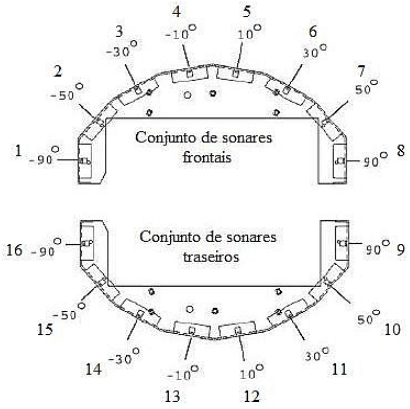


Figura 2: Esquema de posicionamento

2.2 Algoritmo Tangent Bug

O Tangent Bug é um algoritmo para desvio de obstáculos em tarefas onde deseja-se atingir um posicionamento global em um ambiente desconhecido. Através da determinação de linhas que tangenciam as bordas dos objetos, o algoritmo permite que o robô trace uma rota até o ponto onde deseja chegar e desvie de um obstáculo no caminho assim que o identifica. A figura 3 [13] ilustra o comportamento do Tangent Bug:

i - O robô (ponto vermelho) segue em linha reta até o alvo (ponto azul). ii - Ao encontrar um objeto no caminho até o alvo, o robô identifica tangentes (O1, O2, O5 e O6) e segue em direção à que minimiza a distância heurística determinada por distância(robô,Ox) + distância(Ox,q). iii - Caso a distância heurística aumente, o robô passa a contornar o obstáculo, utilizando, então, o algoritmo apresentado na seção anterior. Assim que a distância entre o robô e o alvo for menor do que a distância entre este e a borda do obstáculo contornado, ele retorna ao passo A. Nesta implementação utilizou-se o sensor para medição de distância à laser, o qual cobre 180° à frente do robô e efetua medidas de distância a cada grau, possibilitando um mapeamento local mais preciso e confiável.

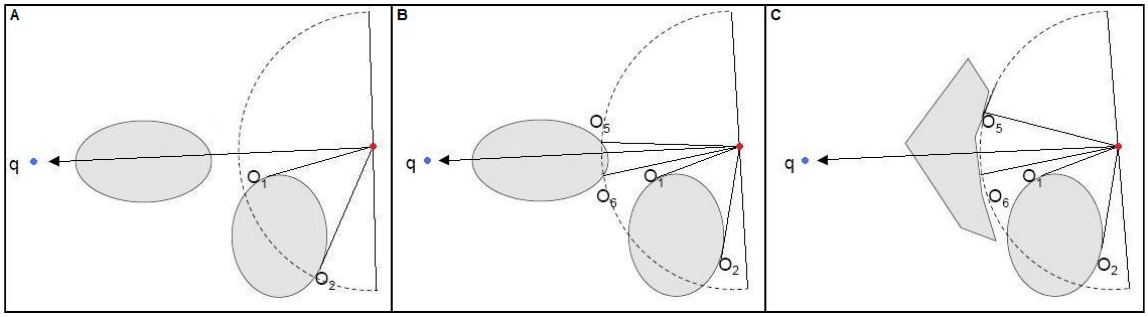


Figura 3: Comportamento do Tangent Bug

3. Testes e experimentos

Os algoritmos descritos anteriormente foram implementados utilizando a API em Matlab. Com os recursos oferecidos pela infraestrutura REALabs-BOT WebLab, foi possível testa-los em experimentos robóticos realizados no simulador MobileSim e também no robo real, com acesso remoto ao Pioneer P3-DX via rede WiFi no WebLab da FEEC/Unicamp.

3.1 Testes dos algoritmos no MobileSim

As simulações de teste do algoritmo para contornar objetos foram realizadas em diversos tipos de mapas. O teste mais significativo buscou verificar se o robô não ficaria encurralado em cavidades muito estreitas e se seria capaz de contornar paredes em ângulo agudo e obtuso, onde se exige um controle de trajetória mais preciso. A figura 4 mostra o resultado.

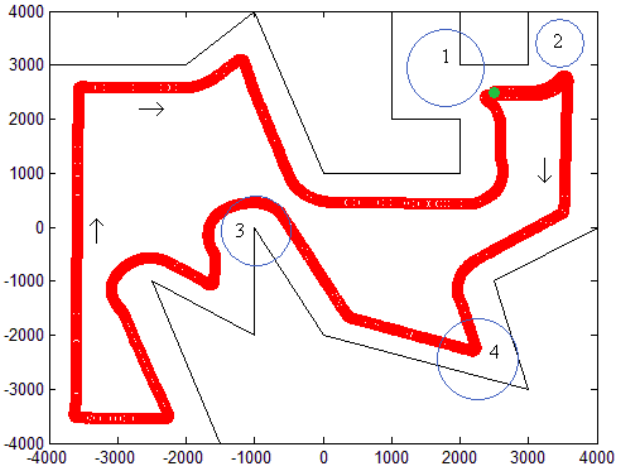


Figura 4: Teste do algoritmo para contornar objetos.

Na figura acima, o ponto verde indica a posição inicial do robô, em vermelho aparece sua trajetória e as setas indicam o sentido em que ela foi percorrida. As áreas 1 e 2 indicam onde o algoritmo foi capaz de

impedir que o robô entrasse em um local estreito, no qual ele teria dificuldade para sair depois. Em áreas como a 3 e 4, verificou-se a capacidade de contornar paredes em ângulos, onde obteve-se um resultado muito próximo da trajetória ótima que se buscava.

A figura 5 apresenta o resultado de uma simulação do algoritmo Tangent Bug. As posições inicial e final do robô são identificadas pelos pontos verde e azul, respectivamente, e o percurso está em vermelho.

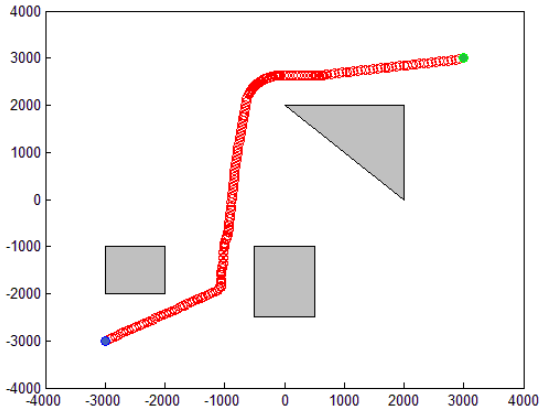


Figura 5: Teste do Tangent Bug em ambiente simulado

3.2 Experimentos com o Pioneer P3-DX

Sendo o algoritmo de contornar objetos um sub-algoritmo do Tangent Bug, os experimentos realizados no robô real foram focados neste último, pois desta forma, ambos os algoritmos poderiam ser testados de forma conjunta e em condições reais.

O ambiente de navegação é muito semelhante a um escritório, onde há mesas, cadeiras e outros objetos que aparecem nas leituras de laser como medições ruidosas e obstáculos com fronteiras mal definidas, ao contrário dos obstáculos convexos e regulares presentes no ambiente simulado.

As figuras 6 e 7 apresentam a leituras de laser obtidas pelo robô ao longo de sua trajetória até a posição alvo, identificada pelo ponto azul. No caminho do robô foram colocados obstáculos que aparecem como uma densa nuvem de pontos pretos circulados em vermelho, enquanto que ao redor aparecem os obstáculos mais distantes que geraram medidas irregulares. Isso demonstra a necessidade de métodos de filtragem e validação de medições nas futuras implementações.

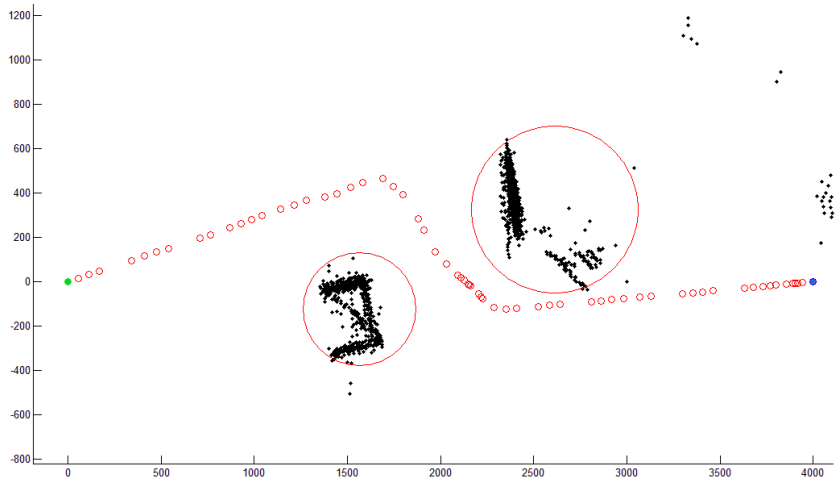


Figura 6: Teste do Tangent Bug em ambiente real.

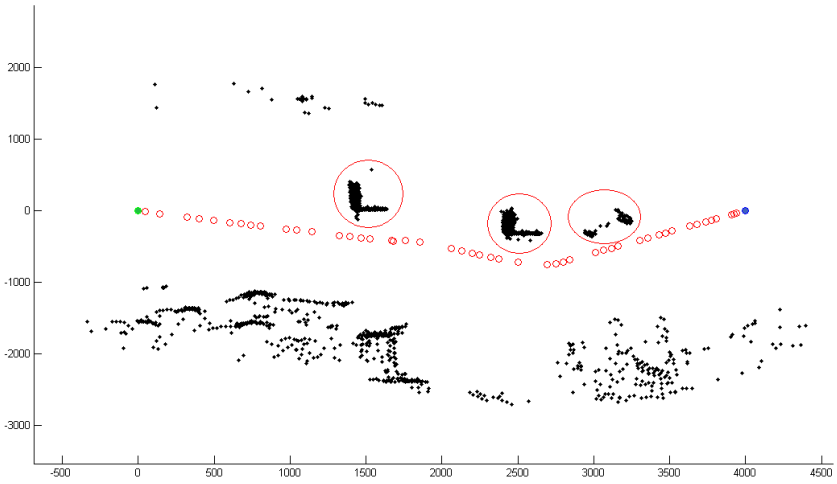


Figura 7: Teste do *Tangent Bug* em ambiente real.

4 Conclusões

Os estudos realizados neste trabalho possibilitaram a compreensão da plataforma REALabs, do REALabs-BOT WebLab e sua utilização na implementação de algoritmos de controle autônomo de robôs móveis. A experimentação prática, viabilizada pela infraestrutura e recursos oferecidos pelo projeto REAL do DRVC/CTI e FEEC/Unicamp, foi essencial para a caraterização do controle robótico em um ambiente real, onde surgem problemas e variáveis difíceis de serem detectados apenas em ambientes simulados.

Neste trabalho constatou-se também a importância do compartilhamento de recursos para fins de pesquisa e estudo através de WebLabs, principalmente em áreas que exigem ferramentas, recursos e infraestrutura de alto valor agregado e onde a experimentação prática tem papel determinante na validação de resultados.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à orientadora Dra. Eliane Gomes Guimarães pela sua valiosa contribuição e apoio no desenvolvimento deste trabalho. À DRVC/CTI e à FEEC/Unicamp pela disponibilização da infraestrutura necessária aos experimentos, ao CNPQ por todos os recursos fornecidos e pela possibilidade da realização deste projeto de iniciação científica através do PIBIC e também ao aluno de doutorado Leonardo Olivi, pelos ensinamentos passados na área de controle robótico e auxílios prestados nos experimentos práticos.

Referências

[1] E. Cardozo, E. Guimarães, L. Rocha, R. S. Souza, F. Paolieri e F. Pinho. A Platform for Networked Robotics, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Taipei, Taiwan, Out. 2010.

[2] Guimarães, E. G., Cardozo, E., Moraes, D. H., Coelho, P.R.S.L. Design and Implementation Issues for Modern Remote Laboratories, IEEE Transactions on Learning Technologies, No. 1, Vol. 4, No. 2, pp. 149-161, April 2011.

[3] Research, Laboratories, Real Labs. Disponível em: <http://kyatera.incubadora.fapesp.br/index.php/us/research/laboratories/real-labs>. Acesso em: jun. 2011.

[4] WebLabs, Conceito. Disponível em: <http://kyatera.incubadora.fapesp.br/index.php/us/weblabs/concept>. Acesso em: jun. 2011.

[5] KyaTera. Disponível em: <http://www.kyatera.fapesp.br/>. Acesso em: jun. 2011.

[6] P. Coelho, R.Sassi, E. Cardozo, E. Guimarães, L. Faina, A. Lima, P. Pinto. “A WebLab for Mobile Robotics Education”, IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2007), Roma, Italia, 2007.

[7] P. Coelho, R.Sassi, E. Cardozo, E. Guimarães, L. Faina, A. Lima, P. Pinto. Arquitetura e Requisitos de Rede para WebLabs, 25º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC 2007), Belém, Pará, 2007.

[8] Desenvolvido por E. Cardozo da FEEC/Unicamp. eleri@dca.fee.unicamp.br.

[9] MATLAB - The Language Of Technical Computing. Disponível em: <http://www.mathworks.com/products/matlab/>. Acesso em: jun. 2011.

[10] MobileRobots, Inc. MobileSim Wiki. Disponível em: <http://robots.mobilerobots.com/wiki/MobileSim>. Acesso em: jun. 2011.

[11] Oracle, VirtualBox. Disponível em: <http://www.virtualbox.org/>. Acesso em: jun. 2011.

[12] Research Robots, Pioneer P3-DX. Disponível em: <http://www.mobilerobots.com/ResearchRobots/ResearchRobots/PioneerP3DX.aspx>. Acesso em: jun. 2011

[13] G.D. Hager, Algorithms for Sensor-Based Robotics:Bug Algorithms. Disponível em: <http://www.cs.jhu.edu/~hager/Teaching/cs336>. Acesso em: maio 2011.

VISÃO ROBÓTICA USANDO A API LABVIEW DA PLATAFORMA REALABS-BOT

Bruno Noronha; Eliane Gomes Guimarães
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Divisão de Robótica e Visão Computacional
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
{bruno.noronha; eliane.guimaraes}@cti.gov.br

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma aplicação utilizando a Interface de Programação de Aplicações (API) em LabVIEW integrada à plataforma REALabs-BOT WebLab para realizar atividades de implementação de um experimento robótico desenvolvido utilizando visão robótica para auxílio a navegação em ambiente desconhecido. A aplicação visa a correlação de imagens estéreo das câmeras do robô Pioneer.

Palavras-chave: sistemas distribuídos abertos, tele-robótica, laboratórios de acesso remoto, WebLab, LabVIEW

1. Introdução

O uso de visão robótica em um sistema de navegação desenvolvido por meio da API em LabVIEW, disponibilizada pela plataforma REALabs-BOT WebLab [1], apresentou alguns desafios. Durante a execução do mapeamento de um ambiente desconhecido, utilizando apenas o sonar, foi visto que o robô acumula, com o passar do tempo, erros de odometria e, conseqüentemente, há uma deturpação do mapa e do ponto inicial de partida. Visando corrigir estes erros foi implementado uma técnica de correlação de imagem. Esta técnica determina pontos de igualdade em imagens estéreo e, a partir destes pontos, extrai a distância que o robô se encontra de um objeto. Estes resultados podem ser comparados com a significante diminuição dos erros de mapeamento.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizada a API LabVIEW do REALabs-BOT WebLab. Esta API foi desenvolvida previamente pelo autor [2] para acesso a biblioteca de funções de processamento de imagens LabVIEW, disponível junto com a versão estudantil do produto.

1.1. Projeto REAL

O projeto REAL (Remotely Accessible Laboratory) [3] tem por meta a implantação de ambientes colaborativos em geral (dentre os quais laboratórios de acesso remoto) em torno da Internet e, recentemente, utilizando redes avançadas de alta velocidade. O projeto desenvolveu e implementou diversas plataformas tais como para o desenvolvimento orientado a componentes de software, que permite a criação de ambientes colaborativos e de aprendizagem eletrônica que utilizem comunicação multimídia distribuída. Outra plataforma desenvolvida usando a tecnologia de Serviços Web também foi implementada. A arquitetura de software, base para as plataformas, emprega as mais recentes tecnologias relacionadas a Sistemas Distribuídos Abertos, a Internet (WWW, XML, Java), Engenharia de Computação (UML, Componentes de Software), Serviços Web e WEB 2.0. Em 2000, um laboratório de acesso remoto foi construído primariamente sobre a tecnologia de Sistemas Multimídia Distribuídos. Atualmente, estamos disponibilizando a plataforma REALabs-BOT que é uma nova versão de WebLab com novas tecnologias Web. A infra-estrutura do REALabs-BOT WebLab é ilustrada na figura 1.

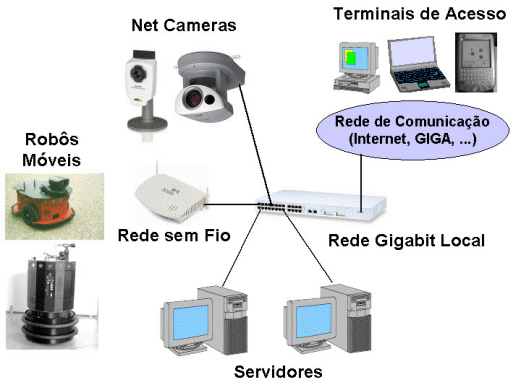


Figura 1: infra-estrutura do REALabs-BOT Web Lab

1.2. LabVIEW

A plataforma LabVIEW (Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench) [4] é uma linguagem gráfica de programação desenvolvida pela National Instruments.

O LabVIEW utiliza o princípio de programação por diagrama de blocos, onde os blocos de funções são chamados de instrumentos virtuais (em inglês: virtual instruments ou VIs). Cada programa ou (VI) pode ser usado como sub-programa (subVI) ou simplesmente, ser executado isoladamente.

O programador liga VIs com linhas (arames) e define, deste modo, o fluxo de dados. Cada VI pode possuir entradas e/ou saídas algumas sendo obrigatórias para a execução do programa. A execução de uma VI começa quando todas as entradas estão disponíveis; os resultados do processamento são então colocados nas saídas assim que a execução do sub-programa tenha terminado. Desta forma, a ordem pela qual as tarefas são executadas é definida em função dos dados. Uma ordem pré-definida (por exemplo, "da esquerda para a direita") não existe.

Uma importante conseqüência destas regras é a facilidade com que podem ser criados processos paralelos no LabVIEW. Os sub-VIs sem interdependência dos respectivos dados são processados em paralelo.

Um dos maiores atrativos do LabVIEW, além de sua forma intuitiva de programação e a facilidade de execução paralela, é a facilidade de criar interfaces de usuário enquanto construímos o VI. Os dados do diagrama de blocos são ligados ao Painel frontal através de manipuladores. Por exemplo, a inserção de números pode ser dependente de um manípulo e uma variável de saída booleana pode ser realizada por um LED colocado no painel. O programador não necessita escrever qualquer linha de código para elaborar a interface de usuário, basta decidir como as entradas e saídas serão apresentadas. O presente trabalho foi desenvolvido utilizando a versão estudantil do LabVIEW 8.6.

1.3. Visão Computacional como Ferramenta de Navegação Robótica

O uso da visão computacional como ferramenta de navegação na robótica têm se caracterizado por ser uma tarefa de grande desafio para um robô móvel, particularmente em relação com a possibilidade de estimar “onde estou?” e “para onde vou?”. Tais desafios originam-se do fato de inserir o robô em ambientes desconhecidos. Para responder estas perguntas, o robô tem a função de realizar o cálculo de coordenada absoluta ou relativa a uma referência de navegação no ambiente e executar estratégias de navegação robóticas para ir de um ponto a outro evitando colisões. Existem estratégias de navegação baseadas no posicionamento absoluto ou relativo a um mapa, outras relativas aos objetos do ambiente, envolvendo localização e mapeamento em um ambiente.

O uso da visão computacional [10] em técnicas de navegação tem permitido grandes melhorias na robótica móvel, gerando mais autonomia e capacidade na tomada de decisões com respeito às trajetórias para navegar. Por exemplo, na exploração espacial, exploração submarina, vigilância, navegação de veículos não tripulados, manufatura, entre outros.

Um dos processos básicos da visão computacional é o reconhecimento de objetos no espaço para obter informações úteis sobre uma cena e fornecer informação ao robô para gerar mapas de profundidade destes objetos e finalmente obter sua localização. O reconhecimento de objetos está ligado com o sensoriamento do ambiente e a interpretação desses dados. Geralmente os robôs móveis estão equipados por uma variedade de sensores para o reconhecimento do entorno (como sonares, encoders, laser e visão estéreo, entre outros) que lhes permitem obter informações de um mesmo objeto, a fim de executar algoritmos de fusão sensorial e estimar dados mais confiáveis para reconstruir um ambiente, evitando as limitações que geram o uso de um sensor só. A literatura apresenta diversos trabalhos da fusão sensorial que facilitam a construção de mapas do ambiente para a navegação de robôs móveis.

2. Elaboração do Sistema de Correlação de Imagens:

O processo de correlação de imagens consiste em extrair imagens de ambas as câmeras do robô simultaneamente e manipular esta imagem de tal forma que construímos uma matriz de tamanho M por N, onde um determinado ponto (i,j) da matriz implica que a “borda” i da linha central da imagem 1 corresponde à borda j da imagem 2. Uma vez que temos o foco de cada câmera podemos manipular estes dados de tal forma a determinar a distância que o objeto se encontra do robô. Abaixo descrevemos os passos necessários para a criação desta matriz de correlação.

2.1. Estudo das funções do LabVIEW e teoria para tratamento de imagens.

O LabVIEW possui uma grande biblioteca de funções desenvolvida especificamente para adquirir e manipular imagens da biblioteca NI – IMAQ Toolkit (IMAQ-Image and Machine Vision Acquistion). Para construir a matriz de correlação foi determinado que seriam necessárias funções que realizassem:

1. Transformação de uma imagem RGB para grayscale.
2. Extração das bordas (edge detection) da imagem grayscale.
3. Conversão de imagem grayscale para binário.
4. Extração da intensidade de determinadas linhas tanto de imagens grayscale quanto de binário.

Junto com a biblioteca a National Instruments fornece um aplicativo denominado NI VISION ASSISTANT desenvolvido especificamente para auxiliar pessoas que precisam desenvolver aplicações de tratamento de imagens, mas são novatas no assunto. Para o estudo da teoria utilizamos tal programa, mas foi determinado que para a aplicação final seria melhor usar as funções da biblioteca uma vez que isto tornava o programa mais rápido e maleável para as necessidades finais.

2.2. Funções da API

Uma vez compreendida a teoria necessária para desenvolver o trabalho foi necessário utilizar as funções da API para LabVIEW, disponibilizada pela plataforma REALabs-BOT WebLab. Para esta aplicação foi necessário utilizar a biblioteca vídeo.cgi.

Utilizando um robô Pioneer P3-DX com duas câmeras, desenvolvemos um programa que ajustava o pan e o tilt para garantir o paralelismo das imagens e, em seguida, utilizamos funções da API para extrair imagens de cada câmera.

2.3. Manipulação das Imagens Extraídas

Extraídas as imagens do robô com êxito, foi possível usar as funções do LabVIEW para trabalhar com as imagens. Para isto, foi construído um VI com as seguintes características descritas a seguir. Como entrada, usamos uma imagem em formato JPEG e como saídas, um gráfico de intensidade da linha média tanto da imagem grayscale quanto da imagem binária, matriz onde cada coluna representa os valores dos 10 pixels em torno de uma "borda" detectada, matriz normalizada dos pixels, vetor com a intensidade media de cada coluna, número de bordas detectadas.

A primeira função do VI é transformar a imagem fornecida para grayscale. Paralelamente a isto, extraímos o tamanho da imagem em pixels e encontramos a linha central da imagem. Extraímos em seguida um gráfico de intensidades de pixels da linha central da imagem e detectamos as bordas de objetos. Para cada borda detectada extraímos a intensidade de cinco (5) pontos antes e cinco (5) pontos depois da borda e montamos um vetor com estes valores. Juntamos os vetores e construímos uma matriz com 10 linhas e número de colunas igual ao número de bordas detectadas. Finalmente, normalizamos a matriz de intensidades segundo a seguinte equação:

$$M_{ij} = \frac{x_i - x_{med}}{\sqrt{\sum (x_i - x_{med})^2}}$$

onde

M_{ij} corresponde a cada valor da matriz normalizada

x_i valor correspondente na matriz não normalizada

x_{med} valor médio da coluna

2.4. Matriz de Correlação

Uma vez obtida a matriz normalizada para cada imagem podemos construir a matriz de correlação. A matriz de correlação compara as bordas de ambas as imagens e fornece valores entre -1 e 1; onde -1 indica um ponto com nenhuma correlação e 1 implica em um ponto praticamente idêntico entre as imagens.

Inicialmente construímos matrizes de correlação de intensidade media:

$$OP_1 = \begin{bmatrix} x_{1med} & x_{2med} & \rightarrow & x_{Nmed} \\ x_{1med} & x_{2med} & \rightarrow & x_{Nmed} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ x_{1med} & x_{2med} & \rightarrow & x_{Nmed} \end{bmatrix} \quad OP_2 = \begin{bmatrix} x_{1med} & x_{1med} & \rightarrow & x_{1med} \\ x_{2med} & x_{2med} & \rightarrow & x_{2med} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ x_{Nmed} & x_{Nmed} & \rightarrow & x_{Nmed} \end{bmatrix}$$

onde x_{imed} corresponde ao valor médio do vetor i da matriz não normalizada.

Após a construção das matrizes de correlação de intensidades, construímos a matriz de correlação geométrica. Adotamos A_1 como a matriz normalizada da imagem 1 e A_2 como a matriz normalizada da imagem 2. Com isto temos que a matriz de correlação geométrica é dada por:

$$G = A_1^T * A_2$$

Onde, o termo T implica o uso da matriz transposta.

Uma vez obtida a matriz de G e as matrizes operacionais, podemos finalmente correlacionar as imagens fazendo:

$$CORR = 1 - G * \frac{[OP_1 - OP_2]}{\sqrt{OP_1^2 - OP_2^2}}$$

3. Filtragem dos Pontos

Obtida a matriz de correlação buscamos dentro desta matriz pontos cujo valor seja maior ou igual a 0,9 (pontos de alta correlação) e determinamos a posição destes pontos em suas respectivas imagens.

3.1. Implementação do Algoritmo SIFT para correlação de imagens

Ao analisar o método de correlação por matrizes foi detectado sua imprecisão e a presença de pontos de falsa correlação. Substituímos o algoritmo inicial de correlação por matrizes por um algoritmo do tipo SIFT (Scale Invariant Feature Transform) elaborado por Dr. David G. Lowe da University of British Colombia. O SIFT foi patenteado pelo Dr. David G. Lowe [8] e, para a implementação do mesmo, utilizamos as funções da biblioteca open source VLFEAT 0.9.9.

3.2. Estudo das funções do VLFEAT 0.9.9 e implementação dentro do MatLab.

A biblioteca VLFEAT 0.9.9 fornece inúmeras funções de correlação de imagens tanto em linguagem C++ como em linguagem ".m". O primeiro passo para a implementação do SIFT na API foi a construção de um programa utilizando o MatLab, que pudesse extrair os principais pontos da imagem e seus respectivos gradientes de orientações de duas imagens distintas. Com base no tamanho do gradiente e na localização dos pontos principais é possível criar regiões de interesse nas imagens e, posteriormente, correlacionar estas imagens com base nas regiões de interesse. Esta correlação extraída por SIFT permite a identificação de pontos semelhantes independentemente de rotação ou translação destes pontos entre as imagens. Além da implementação do algoritmo e extração de regiões de interesse, como desafio secundário o programa tem a capacidade de extração de imagem através de um URL. Esta segunda exigência visa uma homogeneidade com as demais aplicações da API.

Para comprovar o bom funcionamento do programa desenvolvido, utilizamos a função plotcorr [9]. Esta função executa a união das duas imagens e com base nos pontos principais e suas gradientes, desenha círculos de interesse na imagem e mostra a correlação entre as imagens trançando retas entre as regiões correlacionadas. A figura 2 apresenta a correlação de duas imagens utilizando a função plotcorr.

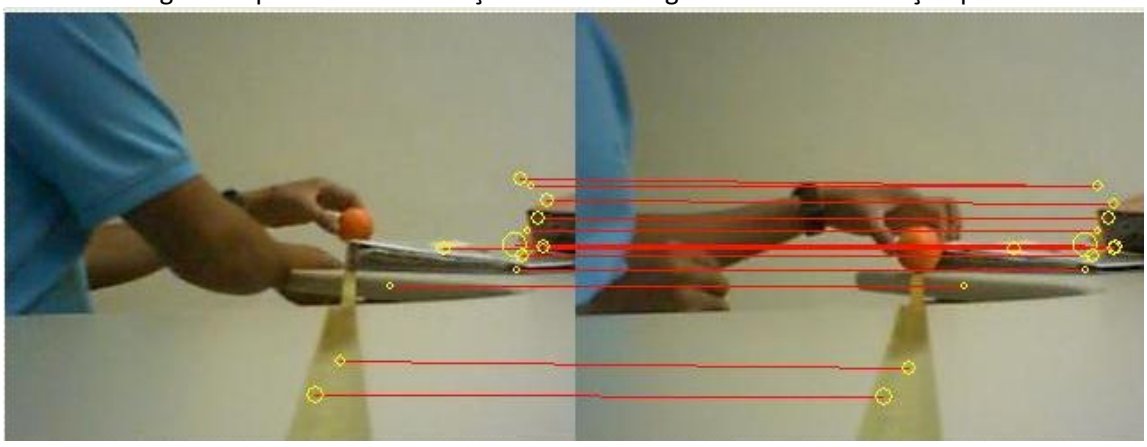


Figura 2: Imagens extraídas utilizando o algoritmo SIFT para MatLAB

3.3. Implementação do código dentro da aplicação para LabVIEW

Uma vez estabelecida a possibilidade de implementação do SIFT dentro do MatLab, iniciou-se o estudo de como reproduzir as funções do VLFEAT utilizando a linguagem do LabVIEW.

Inicialmente, estudou-se a possibilidade de reconstruir as funções do VLFEAT utilizando o LabVIEW, porém, esta hipótese tornou-se inviável dada a natureza complexa e robusta das funções da biblioteca. Foi

cogitado também realizar o SIFT dentro do MatLab e a manipulação de imagens dentro do LabVIEW o que também foi descartado uma vez que todas as funções da API foram implementadas visando a utilização de apenas um software e uma forma de programação.

Segundo [4], o LabVIEW possui funções para a incorporação de arquivos do tipo ".m" dentro da própria linguagem do LabVIEW. Através de uma avaliação mais detalhada foram encontradas duas soluções: o LabVIEW MathScript Node e o MatLab Script Node, ambas proporcionam a possibilidade de incorporar linguagem textual às VIs.

A vantagem do MathScript é que não precisamos de uma versão do MatLab instalada na máquina, porém esta função possui pequenas variações de sintaxe de código e a inexistência de algumas funções necessárias para a execução da biblioteca VLFEAT 0.9.9.

Em decorrência destes fatos foi sugerido, após uma consulta ao suporte técnico da National Instruments, que fosse utilizado o MatLab Script Node. Diferente do MathScript Node, esta função necessita de uma cópia válida do MatLab instalada na máquina uma vez que a função utiliza um container do tipo ActiveX para executar o código ".m" dentro do próprio Matlab.

A figura 3 apresenta uma imagem do diagrama de blocos utilizando o MatLab Script Node com entradas fornecidas pelo LabVIEW.

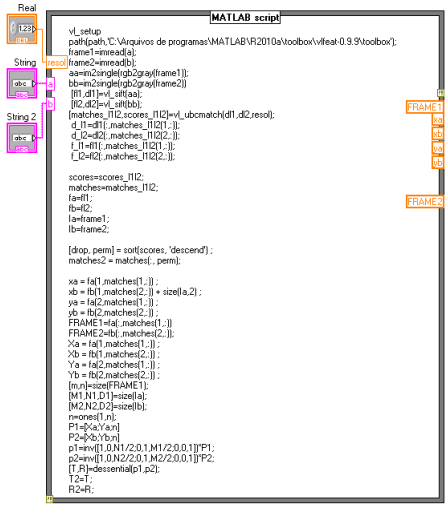


Figura 3: Função Matlab Script Node do LabVIEW

3.4. Construção da aplicação de correlação SIFT dentro do LabVIEW

Uma vez resolvido o problema da incorporação da biblioteca VLFEAT ao LabVIEW foi construída a aplicação de correlação de imagens utilizando o algoritmo SIFT. Utilizando a função plotcorr como referência, foi construída uma aplicação de correlação de imagens. Similarmente ao que foi implementado no método de correlação por matrizes, nesta etapa utilizamos apenas as funções de extração de imagens da API. As demais funções são funções básicas do LabVIEW ou do IMAQ. Utilizamos o MatLab Script Node com o programa inicial detalhado na figura 3. Definimos como entradas para o nó os endereços URL referentes às imagens e definimos como saída da função os pontos de interesse e o raio do gradiente.

Utilizando como base um exemplo do próprio LabVIEW[5], utilizamos as funções IMAQ GetImageSize e IMAQ ImageToImage para fazer a união das duas imagens extraídas. Em seguida, utilizando a função IMAQ Overlay Oval para inserir os círculos de interesse na imagem unimos as regiões utilizando a função IMAQ Overlay Line. Acrescentamos ao painel frontal as funcionalidades de visualização das imagens separadamente assim como a visualização da correlação. Acrescentamos, também, um controle da resolução do SIFT. Quanto

maior a resolução mais preciso é o algoritmo e, consequentemente menor é o número de pontos correlacionados. A figura 4 apresenta imagens do painel frontal do programa.

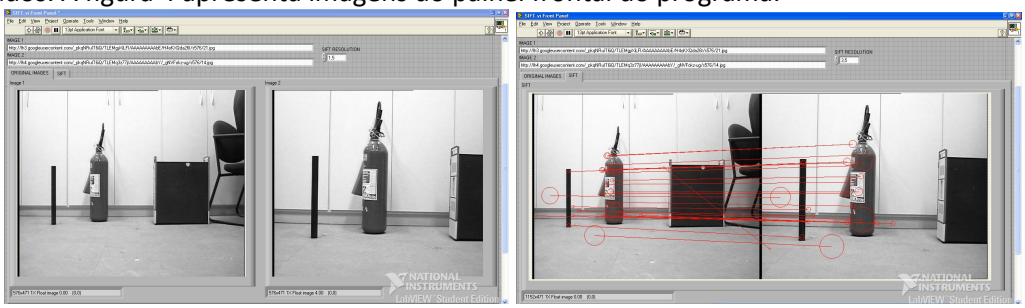


Figura 4: Painel Frontal do VI de correlação por SIFT

4. Conclusões e Comentários Finais:

Através do uso de funções de comunicação TCP/IP construímos uma biblioteca de funções LabVIEW usando as funções disponibilizadas pelo software embarcado do servidor HTTPIpthru [6], que permite a manipulação total do robô Pioneer P3-DX. Utilizando estas funções foi possível construir uma aplicação que permitiu que o robô se deslocasse por ambientes desconhecidos sem colidir com objetos e, simultaneamente, fizesse o mapeamento da área.

Durante a execução de mapeamentos, detectou-se que há um acúmulo de erros de odometria. Este acúmulo vai gradativamente distorcendo o mapa gerado. Consequentemente, o ponto de partida do robô se distorce impedindo medições precisas. Com o intuito de corrigir estes erros começou-se o estudo de correlação de imagens com o propósito de fazer a triangulação de imagens captadas e extrair a rotação e translação do robô. Com isto, conseguimos extrair uma imagem do ponto de partida do robô, ou outro ponto conhecido. E, após um determinado tempo de execução é possível ao robô retornar à posição escolhida e correlacionar as imagens. Esta correlação permite calibrar e, consequentemente, eliminar os erros acumulados de odometria.

Durante o desenvolvimento, implementação e testes do trabalho apresentado neste artigo constatou-se também a importância e facilidade de uso das diversas APIs em diferentes linguagens, e, em particular, a API LabVIEW para o acesso remoto aos robôs móveis disponíveis na DRVC/CTI e na FEEC/Unicamp.

Agradecimentos:

Agradeço a orientação da pesquisadora Dra. Eliane Gomes Guimarães e do Prof. Dr. Eleri Cardozo pela co-orientação, pois muito contribuíram para a realização deste projeto. Agradeço, também, a DRVC/CTI pela oportunidade de desenvolver este trabalho e ao CNPQ pela possibilidade de participar do projeto de iniciação cientifica PIBIC, bem como, pelos recursos disponibilizados.

Bibliografia:

[1] Cardozo, E., Guimarães, E., Rocha, L., Souza, R., Paolieri Neto, F., Pinho, F. A Platform for Networked Robotics, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Taipei, Taiwan, Out. 2010.

[2] Noronha,B., Guimarães, E. “Estudo e Integração das Plataformas REAL e LabVIEW

[3] Guimarães, E. G., Cardozo, E., Moraes, D. H., Coelho, P.R.S.L. Design and Implementation Issues for Modern Remote Laboratories, IEEE Transactions on Learning Technologies, No. 1, Vol. 4, No. 2, pp. 149-161, April 2011.

[4] WWW National Instruments, http://www.ni.com, abril de 2009, abril de 2011
[5] WWW National Instruments, https://decibel.ni.com/content/docs/DOC-5192, Acesso em abril de 2011
[6] Cardozo, E. “Documentação do Servidor IpThru”
[7] Travis, J. “Internet Applications in LabVIEW” Prentice-Hall670 pp. Paper. ISBN 0-13-014144-
[8] David Lowe, http://www.cs.ubc.ca/~lowe/
[9] Função plotcorr, http://www.ppgme.ufpa.br/doc/diss/FelixLellis.pdf/
[10] Carlos Andrés Diaz Espinosa “Uma Aplicação de Navegação Robótica Autônoma Através de Visão Computacional”. Tese de mestrado, FEM, Unicamp, 2010

PORTAL PROTÓTIPO DE UMA TV WEB COMUNITÁRIA PARA A INCLUSÃO SOCIAL DE COMUNIDADES DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

Marina da Silva Pires; Fábio Nauras Akhras
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
marinapires88@gmail.com; fabio.akhras@cti.gov.br

Resumo

O presente trabalho visa desenvolver um protótipo de um portal de Tv Web Comunitária para a inclusão social e digital dos catadores de materiais recicláveis. O conteúdo deste portal está sendo elaborado na tentativa de abranger assuntos de interesse e de utilidade pública a essa categoria de trabalhadores.

Palavras chave: Tv Web, Tv Comunitária, Catadores de Materiais Recicláveis, Inclusão Digital, Inclusão Social.

1. Introdução

Mundialmente, tem sido cada vez mais freqüente a percepção da importância da tomada de algumas medidas para a sustentabilidade da vida no planeta. A coleta seletiva é, indubitavelmente, um desses cuidados essenciais.

Porém, os índices brasileiros em relação a esse tipo de serviço ainda são bastante incipientes. Evidência disso é que, de acordo com o IBGE, apenas 8,2% dos municípios brasileiros tem o serviço de coleta seletiva disponível. O que faz com que somente 2% do lixo produzido no país seja coletado seletivamente. (IBGE, 2004).

Portanto, se, no Brasil, a desvalorização para com a sustentabilidade do meio ambiente atinge índices tão alarmantes, não é surpreendente que a desvalorização para com os trabalhadores que realizam tal tipo de serviço seja ainda maior.

Nos lixões, os catadores têm de lidar com materiais de alto risco, sem qualquer tipo de proteção. Logo, não são raros os acidentes que além de prejudicarem a realização do serviço, ainda põem em risco a vida dessas pessoas. A maioria dos catadores desconhece seus direitos previdenciários e ainda tem de lidar com o preconceito da sociedade por trabalharem com o lixo, como mostra o documentário Lixo Extraordinário (2009).

Dessa maneira, o projeto para a criação de um protótipo de um portal de Tv Web Comunitária visa mostrar à sociedade a importância dos catadores de materiais recicláveis, além de poder dar voz a esses trabalhadores, mediante a divulgação de suas necessidades, anseios e direitos.

2. Desenvolvimento do projeto tendo em vista o contexto dos cooperados

Esse projeto é uma continuação do Pré-projeto de Criação de uma Tv Web Comunitária, realizado também com os recursos do CNPq no ano de 2010, que foi desenvolvido por Fernanda Sayuri Gutiyama, sob a orientação de Fábio Nauras Akhras (GUTIYAMA & AKHRAS, 2010).

No projeto anterior, houve a elaboração da estrutura e da linguagem que serão utilizadas. Logo, coube ao projeto atual toda a elaboração do conteúdo que comporá o portal.

A primeira medida realizada foi uma pesquisa sobre a situação atual dos catadores de materiais recicláveis, seus direitos, suas maiores necessidades e seus anseios. Tal pesquisa foi possível mediante a análise de materiais audiovisuais e científicos a respeito do assunto.

E algumas das conclusões que pudemos extrair dessa pesquisa foram que com a coleta seletiva realizada pelas cooperativas, há a promoção do uso conservador de energia e há a preservação dos recursos naturais, além de haver também a geração de trabalho e renda para um número cada vez maior de pessoas, visto que há um combate à pobreza e uma maior inclusão social, como mostra o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR, 2006).

Além disso, de acordo com a pesquisa de Marcelo Porto (PORTO, 2004), os catadores, geralmente, negam a relação existente entre o trabalho que realizam e os problemas de saúde. Logo, os riscos em relação aos acidentes são ainda maiores. Por isso medidas como a disponibilização de equipamentos de proteção, bem como uma educação sobre cuidados preventivos diminuiriam bastante os acidentes causados nos lixões.

Pudemos perceber também que algumas medidas governamentais têm sido feitas em prol dos catadores, como por exemplo, o Decreto 5.940 (2006), o qual exige que a separação dos resíduos recicláveis seja destinada às cooperativas e às associações compostas por catadores que estejam em regime trabalhista formal e que tenham a catação como única fonte de renda. Além disso, recentemente, a ocupação de catador de material reciclável foi incluída na nova Classificação Brasileira de Ocupações de 2002 (PORTO, 2004).

Todavia, um dos maiores problemas é que, apesar de estarem se inserindo no âmbito das políticas públicas, a maioria dos trabalhadores ainda desconhece seus direitos trabalhistas e não são, devidamente, valorizados pela sociedade.

Por isso, um dos principais objetivos do projeto de criação de um portal protótipo de Tv Web é evidenciar as necessidades, os direitos e os anseios dos catadores de materiais recicláveis. Seja informando, seja dando voz a tais trabalhadores.

3. Programas

Para atender ao objetivo descrito acima, os programas que comporão a programação do portal tentarão abranger assuntos de temáticas políticas, trabalhistas, sociais e artísticas de interesse dos catadores de materiais recicláveis. Na tentativa, então, de proporcionar-lhes informações de âmbito plural.

Assim, alguns dos programas pensados foram:

- “ALÔ, CIDADÃO!”: Programa que visa informar sobre os direitos previdenciários e trabalhistas dos cidadãos. Neste formato, seria utilizada a parceria feita com a Previdência Social, mediante o Programa de Educação Previdenciária (PEP), em que um agente previdenciário esclareceria os principais direitos e deveres aos catadores, além de responder às perguntas particulares de cada um deles. Posteriormente, conforme o projeto for se desenvolvendo, pretendemos ampliar as perguntas aos internautas do portal.
- ”VIVA MELHOR”: Programa de informações relativas à saúde pública, como dicas de prevenção de doenças; dicas nutricionais; e sobre os cuidados ambientais. Nesse formato, tendo em vista que o principal público alvo do portal são os catadores de materiais recicláveis, poderíamos explicar a importância de alguns cuidados com o manuseio do lixo durante a coleta, além de incentivar a separação do lixo residencial, em orgânico e reciclável, por parte da sociedade.
- ”PROCURA-SE”: Programa que anunciaria vagas em diversos tipos de empregos. Nesse formato, poderia ser cobrada uma taxa simbólica dos empregadores visando à construção de um centro de informática em alguma periferia da região.
- ”FAÇA VOCÊ MESMO”: Programa que visa dar dicas de artesanato para que o usuário, além de aprender, possa também comercializá-lo.

- ”ONDE E O QUE ACONTECE?”: Programa de dicas culturais, como shows, exposições e exibições de filmes, os quais sejam, preferencialmente, eventos gratuitos, como por exemplo, os que acontecem no espaço CPFL, no MIS e na Casa do Lago (Unicamp).
- ”FIQUE POR DENTRO”: Programa de notícias nacionais e internacionais. Nesse formato, poderíamos, eventualmente, convidar alguns especialistas para poderem analisar os fatos de forma mais detalhada. Poderíamos, inclusive, convidar alguns estudiosos da Unicamp, aproveitando a proximidade do CTI com essa instituição.
- “ORGULHO DE SER BRASILEIRO”: Programa que visa contar a importância histórica de algumas personalidades brasileiras, como por exemplo: Aleijadinho, Zumbi dos Palmares, Machado de Assis, Pagu, Betinho, dentre outros. Tal formato pretende também incentivar um engajamento sócio-político-artístico nos usuários.
- ”CURTA O CURTA”: Programa que exibe curta-metragens permitindo ao usuário postar comentários, indicar os vídeos para os amigos e, futuramente, o usuário também poderá gerar conteúdo. Nesse formato, poderia ser adotada a seguinte política de exibição: curtas universitários e os feitos pelos usuários seriam exibidos gratuitamente, a fim de incentivar a produção; dos curtas profissionais poderia ser cobrada uma taxa simbólica e, com esse dinheiro, poderíamos tentar montar um centro de informática em alguma periferia da região. Assim, um público cada vez maior e mais diversificado teria acesso ao conteúdo do portal.
- “DE OLHO NO FUTURO”: Programa que visa mostrar as possíveis carreiras profissionais que um jovem pode seguir. Nesse formato, pretendemos explorar a proximidade com a Unicamp, a fim de mostrar os cursos de forma mais detalhada.
- ”APRENDA BRINCANDO”: Programa que tem como alvo o público infantil, no caso os filhos dos catadores, que veicularia, através de media literacy, conteúdos básicos de matemática; curiosidades sobre os animais; poesias; dentre outros.

4. Conclusão

Fica evidente, então, que a produção de lixo é algo inevitável, porém o grande desperdício e a grande irresponsabilidade na extração dos recursos naturais esgotáveis, bem como a desvalorização daqueles que trabalham na coleta seletiva, precisam ser repensados.

É sabido também que medidas simples já trariam inúmeras melhorias à sustentabilidade do planeta. Por exemplo, a separação do lixo residencial; a observação dos consumidores durante as compras, em relação ao fato de as embalagens dos produtos serem reutilizáveis ou recicláveis; a mobilização e a organização dos catadores em cooperativas para fortalecer a conquista de direitos trabalhistas; a extensão do serviço de coleta seletiva para mais cidades brasileiras; e a valorização dos catadores por parte da sociedade são fatores que contribuiriam para a formação do que Pólita Gonçalves classifica como sendo um círculo virtuoso, ou ainda como sendo um círculo atômico da reciclagem (GONÇALVES, 2003).

Sendo assim, esse projeto de criação de um portal protótipo de uma TV web comunitária pretende valorizar e informar de maneira global os catadores de materiais recicláveis. Logo, pretendemos criar programas que informem os direitos trabalhistas e previdenciários, ofereçam oportunidades de empregos para os catadores e seus familiares, bem como lhes proporcionem referências artístico-culturais que ampliem a sua formação como cidadãos. Portanto, tal portal pretende ser uma maneira de divulgar e conscientizar a sociedade brasileira sobre a importância dos catadores, além de dar voz às necessidades, aos anseios e às reivindicações desses trabalhadores.

Agradecimentos

A realização deste projeto foi possível devido ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

BRASIL. Decreto n. 5.940, de 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis. Diário Oficial da União, Brasília, 25 de out. de 2006. Disponível em: http://www.coletasolidaria.gov.br/menu/legislacao/menu/legislacao/DECRETO%205%20940.pdf. Acessado em: 05.05.2011.

IBGE. Indicador de Desenvolvimento Sustentável retrata economia, incluindo os padrões de produção e consumo do Brasil. 2004. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/04112004ids.shtm . Acessado em: 13.06.2011.

GONÇALVES, Pólita. A reciclagem integradora dos aspectos ambientais, sociais e econômicos. Rio de Janeiro: DP&A: Fase, 2003.

LIXO EXTRAORDINÁRIO. Direção: Lucy Walker. Produção: Angus Aynsley, Hank Levine. São Paulo: O2 Filmes, 2009. 1 filme (99 min), dub., color., 35 mm.

MNCR (Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis). Análise do custo de geração de postos de trabalho na economia urbana para o segmento dos catadores de materiais recicláveis. 2006. Disponível em: http://www.coletasolidaria.gov.br/menu/material-de-apoio/Analise%20do%20Custo%20de%20Geracao%20de%20Postos%20de%20Trabalho.pdf. Acessado em: 05.05.2011.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza et al . Lixo, trabalho e saúde: um estudo de caso com catadores em um aterro metropolitano no Rio de Janeiro, Brasil. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 20, n. 6, Dec. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2004000600007&lng=en&nrm=iso. Acessado em: 26.05.2011.

GUTIYAMA, Fernanda S.; AKHRAS, Fabio N. (2010). Pré-produção de uma TV web comunitária para a inclusão social de comunidades de catadores de materiais recicláveis. Anais da XII Jornada de Iniciação Científica do CTI Renato Archer (JICC´2010) - PIBIC/CNPq/CTI, Campinas, pp. 190-196.

PRODUÇÃO DE UMA TV WEB COMUNITÁRIA PARA A INCLUSÃO SOCIAL DE COMUNIDADES DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

Fernanda Sayuri Gutiyama; Fábio Nauras Akhras
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
ferr.sayuri@gmail.com; fabio.akhras@cti.gov.br

Resumo

Este projeto de Iniciação Científica visa o desenvolvimento de uma TVWeb, através da aplicação de tecnologias audiovisuais e de aprendizagem, para a inclusão digital e social das Comunidades de Coletores de Materiais Recicláveis. Uma TVWeb, basicamente, é um website onde veiculam-se principalmente produtos audiovisuais, que por sua vez, podem ser ferramentas extremamente úteis para aprendizagem, abrir novos horizontes e perspectivas para todos nós, pois a junção de imagens e áudio propõe uma interação mental muito maior que uma simples leitura. Neste projeto, o intuito é de incentivar e fazer o público alvo se expressar, expor seus problemas e pontos de vista, e interagir com o resto do mundo, e vice-versa. Como parte desse desenvolvimento foram elaboradas oficinas para serem realizadas com a comunidade de catadores e foram feitas algumas filmagens iniciais para gerar material para programas piloto.

Palavras chave: televisão, internet, acessibilidade, interação, aprendizagem.

1. Introdução

A problemática do lixo tornou-se uma questão de alerta em todo o mundo; enfrentamos a cada dia um aumento na produção de lixo, e a busca de meios para o desenvolvimento sustentável, para reduzir esses números, e a diminuição da poluição do mundo, são algumas das preocupações mundiais.

Outro problema mundial é o desemprego, agravado nos países de Terceiro Mundo, como o Brasil, que conta com cerca de 8% da população ativa desempregada (IBGE, 2010). E não é só esse o problema, há muitos trabalhos mal pagos que não garantem o sustento do trabalhador, explorando a mão-de-obra, que acaba por gerar a necessidade de subempregos, como são chamados, onde se inclui o subemprego do catador de materiais recicláveis, já que quem se “autoemprega” é o próprio catador. Por ser considerado um subemprego, não possui o reconhecimento devido como trabalho, culminando na falta de leis trabalhistas e regulamentação, agravando a situação do catador, que ainda por cima, trabalha em situações precárias, com pouco grau de informação e segurança, pois trabalha com material com alto grau infeccioso, o lixo.

E dentro de todo esse contexto é que a criação da TVWeb vai trabalhar, propondo ferramentas e ajuda possíveis para sanar as dúvidas dos catadores de lixo, instruí-los para terem mais segurança no trabalho, reconhecer seus direitos garantidos pela legislação, entre outros, para ajudá-los com problemas de seu cotidiano, como também, para que eles se sintam livres para se expressar, sobre o mundo em que vivem, sobre eles mesmos, para dar notoriedade e sua devida importância à comunidade de catadores. A TVWeb serviria como mediadora entre eles e o mundo, utilizando da linguagem audiovisual e imagética como base para seu desenvolvimento e produção de materiais, que correspondam às necessidades da comunidade.

2. Contexto dos catadores de materiais recicláveis – novos avanços

No Brasil, segundo dados de Mari Bortolli (BORTOLLI, 2010), há mais de 500.000 catadores de materiais recicláveis, sendo que 2/3 se encontram no Estado de São Paulo. Inseridos no atual contexto mundial de precarização e exploração de mão-de-obra, ressalta-se o pouco reconhecimento do trabalho dessa classe, invisíveis e humilhados pelo resto da população, ainda mais porque lidam com o material degradante produzido pelos humanos: o lixo. Além da baixa remuneração, manuseiam materiais com alto grau de risco de infecções, tóxicos, nocivos à saúde, pela falta de instrução e também de equipamentos. Através do levantamento bibliográfico e pesquisa de campo em diversas cooperativas, podemos denotar uma alta taxa de analfabetos e o baixo nível de instrução de modo geral, não só relacionados à saúde, mas também no conhecimento de seus direitos como cidadãos, entre outras necessidades básicas para viver.

Esse emprego garante baixa estabilidade, pois a "catação" de recicláveis é considerada um subemprego, ou seja, fica entre um emprego e o desemprego, pois quem escolhe iniciar esse tipo de trabalho é a própria pessoa, frente ao cenário de falta de empregos e a exigência cada vez maior de qualificação, ao que os catadores não possuem acesso (OLIVEIRA, 2010). Dessa forma, não possuem a garantia de direitos trabalhistas e nem da Previdência Social, apesar da possibilidade de cada um contribuir por si, mas mesmo assim as taxas cobradas são altíssimas.

Ainda dentro da "indústria do lixo", podemos encontrar a figura do atravessador, denominado de "sucateiro", para quem muitos dos catadores vendem seu material coletado o dia todo, caminhando uma média de 30km diários, por um valor extremamente baixo, pois não há um valor preestabelecido no mercado, e assim, os sucateiros vendem por um preço muito maior, explorando mais ainda a mão-de-obra dos catadores. Por isso, a formação de cooperativas é muito importante para essa classe trabalhadora, vista desde os anos 80, porque permitem uma melhor organização, desde a negociação de materiais recicláveis (possibilitando maior competitividade através do aumento da oferta dos materiais, num volume suficiente) e também mais força à luta pelo reconhecimento dessa atividade como profissão, que só foi oficializada em 2002 pela Classificação Brasileira de Ocupações (CBO).

Em 2003, o Governo Federal criou o "Comitê de Inclusão Social de Catadores de Lixo", com o intuito de implantar projetos que visassem à garantia de condições dignas de vida e de trabalho aos Catadores. É preciso que se incentive a união dos catadores em uma comunidade para que a força do movimento aumente.

Em 2010, o governo sancionou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos. Entre os principais objetivos da nova lei, estão: o aumento da reciclágem no país, a promoção da inclusão social e geração de emprego e renda para catadores de materiais recicláveis. Além disso, criou o Programa Pró-catador que tem por objetivo promover e integrar várias ações voltadas aos catadores de materiais recicláveis

Essas medidas recentes reforçam a necessidade de se utilizar tecnologias de apoio, como a TV web comunitária. acessível a todos, que pode oferecer vários mecanismos para promover inclusão social, além de servir como meio de conscientização das pessoas sobre os problemas sócio-ambientais dos dias atuais.

3. O projeto da TVWeb

A internet é uma ferramenta muito simples de ser utilizada, ainda mais com o avanço do desenvolvimento de softwares leves, práticos e gratuitos, que permite a qualquer um acessar toda a informação jogada na rede, a qualquer hora ou local que possua sinal de acesso. Ou seja, uma básica instrução em computação, já permite pessoas que nunca tiveram acesso a um computador, utilizar as funções mais simples da internet. Sem contar, que a internet é o melhor símbolo da convergência digital de comunicação, através dela temos acesso à portais de vídeos como o YouTube, onde todos podem por seus vídeos em rede; várias comunidades virtuais, que permitem a formação de grupos de interesses iguais para a

discussão; rádios online, em que inclusive conseguimos montar nossa própria grade daquilo que queremos ouvir, e destacamos também as rádios comunitárias, que encontram maior facilidade de difusão, sem os problemas burocráticos de transmissão de sinal; entre outros.

Ou seja, utilizando as ferramentas disponíveis, podemos criar um ambiente interativo, com facilidade de acesso, que dá mais liberdade de expressão, permitida pelos recursos multimidiáticos e audiovisuais em harmonia com os objetivos da TVWeb Comunitária, e design apropriado, para possibilitar a criação de um website informativo, instrutivo, educativo e que abra o caminho para a comunicação da comunidade com o mundo, e vice-versa.

Para isso, foi elaborada uma oficina de TV web, com o seguinte conteúdo:

1. A Web – uso do Google imagens e YouTube
2. A TV – programação, making of, linguagem televisiva
3. A TV através da Web
4. TV Comunitária – objetivos e exemplos.
5. Um projeto de TV Comunitária:
   -O mundo deles
   Levantamento de questões;
   Programação da TV;
   Exemplos.

Através da discussão desses temas, o intuito é de que os participantes desenvolvam habilidade de se expressar, de discutir e desenvolver seus pensamentos. Também deve-se utilizar toda a produção desenvolvida por eles durante as aulas para modelar os programas, para envolvê-los no processo de criação.

4. Formatos para a TVWeb

Através de pesquisas sobre o contexto dos catadores de materiais recicláveis, como foi apontado, os maiores problemas encontrados vem a ser sobre legislação, para que reconheçam seus direitos; sobre saúde e segurança no trabalho; e sobre o reconhecimento do trabalho desenvolvido por eles, envolvendo a questão social e ambiental. Dentro disso, podemos delinear os primeiros temas a serem desenvolvidos, e já pensar nos formatos dos programas-pilotos e em seus conteúdos.

Mas o que podemos perceber, é que há uma grande amplitude de temas para serem incluídos e discutidos, devido ao déficit de informações detectadas. Podemos tratar, por exemplo, de artesanato com materiais recicláveis, que podem servir como uma segunda renda econômica, como algumas cooperativas pelo Brasil, já desenvolvem; entre outros, enfatizando a importância também de inseri-los culturalmente, com temas que discutem o papel da televisão, do cinema, da literatura, da música, do teatro, e da arte em geral, em nossas vidas.

Assim, nesta fase do projewto da TV web comunitária, foram identificados váriоos formatos a serem explorados na programação da TV, incluindo:

- Jornalismo
- Entrevista
- Debate
- Documentário
- Animação - Narrativa fictícia
- Vídeo interativo

Visando a preparação da comunidade de catadores para o projeto da TV web foi criada uma oficina sobre os formatos de programas de TV, sendo que para o piloto abordamos o formato de jornalismo. O conteúdo planejado para essa oficina, foi:

Tema 1: Leis Trabalhistas

Formato: Jornalístico

Desenvolvimento:

1) Coletar dúvidas dos catadores em relação as leis trabalhistas;
2) Procurar advogado que esteja apto a dar entrevista;
3) Estabelecer cronograma de gravação;
4) Edição do material gravado;
5) Ver possibilidade de criar animações para maior esclarecimento das dúvidas, baseadas na resposta do advogado;
6) Possível criação de animações;
7) Edição final, unindo as animações;
8) Desenvolvimento da arte gráfica do programa;
9) Finalização.

Tema 2: Arte com Lixo – cidadania e cultura

Formato: jornalístico

Desenvolvimento:

1) Pesquisar sobre arte que utiliza lixo como matéria-prima;
2) Encontrar pessoas que desenvolvam tal atividade;
3) Entrevistar essas pessoas se possível;
4) Demonstrar trabalhos desenvolvidos via fotografia e gravação;
5) Demonstrar a feitura de algum tipo de arte para interessar quem assiste o programa e possa aprender a fazer o objeto;
6) Editar material coletado;
7) Desenvolvimento de arte gráfica e animação (se possível);
8) Finalização.

5. Conclusão

Os recentes avanços em políticas para catadores de materiais recicláveis mostram que o uso da TVWeb podem contribuir bastante com à comunidade de catadores de materiais recicláveis, ajudando-os de curto a longo prazo. Com os recursos tecnológicos vigentes junto às pesquisas desenvolvidas até os dias de hoje, o projeto torna-se bastante viável, pois não exige nenhum equipamento sofisticado, somente uma instrução básica sobre informática e linguagem audiovisual, facilmente aplicada, aos catadores participantes.

Como visto, a TVWeb poderá trazer vários benefícios aos catadores de materiais recicláveis, podendo não trazer grandes resultados de imediato, mas um progressivo avanço em direção a inclusão social e digital, desenvolvendo e alimentando o interesse da própria comunidade em torno do projeto, como também do público em geral, para adentrar na problemática da “indústria do lixo”, até a difícil vida e realidade de cada um dos catadores participantes. E estes, deverão absorver e aprender a utilizar das novas ferramentas tecnológicas disponíveis, desenvolvidas de maneira especial para eles, e dessa forma, conseguirem expressar suas dúvidas ou se expressar simplesmente, para que possamos desenvolver conteúdos para cada programa temático da TVWeb, que correspondam às suas necessidades, utilizando as linguagens audiovisuais para fornecer um material rico e de fácil entendimento.

Esse projeto terá continuidade com uma próxima fase que concretizará mais o desenvolvimento da TV web produzindo um piloto. que poderá servir como modelo não só para o público de catadores, mas para outros públicos em situação de exclusão social, como também outras comunidades que enfrentem discriminação e falta de reconhecimento social pela sociedade humana, abrindo novas possibilidades de inclusão.

Agradecimentos

O trabalho apresentado neste artigo tem apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através do PIBIC.

Referências

Bortolli, Mari Aparecida. Catadores de materiais recicláveis: a construção de novos sujeitos políticos. Disponível em: <dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=3001568&orden=0>. Acessado em: 1 de Março de 2010.

IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/trabalhoerendimento/pme_nova/defaulttab_hist.shtm>. Acessado em: 19 de Julho de 2010.

TEMAS PARA UM PROGRAMA DE INCLUSÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS ATRAVÉS DE MÍDIAS AUDIOVISUAIS

Nathália Pompeu Sandoval; Fábio Nauras Akhras
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
nahsandoval@hotmail.com; fabio.akhras@cti.gov.br

Resumo

Nesse projeto iremos aplicar um "mini-curso" que visa esclarecer para crianças e adolescentes de diferentes contextos sociais o que são as políticas públicas, seus desdobramentos e a importância de conhecê-las para que elas possam tornar-se instrumento de transformação social. Através da informação e da transmissão de conhecimento, objetivamos formar líderes capazes de entender a realidade de sua esfera social (escola, bairro, etc.) e sugerir melhorias com argumentos que os façam serem ouvidos e perfeitamente coerentes para que sejam aplicados. O primeiro passo do curso é familiarizar essas crianças e adolescentes com os termos relacionados à política nacional, buscando fazê-lo de maneira dinâmica e com linguagem de fácil entendimento.

Palavras chave: Inclusão Social, Políticas Públicas, Mídias Audiovisuais.

1. Introdução

O projeto tem como intenção primária a inclusão de crianças e adolescentes no universo das Políticas Públicas, ou seja, apresentar conceitos básicos relacionados ao tema de modo a instigar a construção de opiniões que possam ser defendidas através de argumentos sólidos.

As informações devem ser transmitidas através de oficinas que, divididas em aulas, apresentem os conceitos mais básicos - mas não pouco importantes - tais quais: Política, Poder, Estado, Governo e as Políticas Públicas em si, tendo como artifício a ligação entre os conceitos expostos e a realidade em que os alunos estão inseridos, fazendo, inclusive, a escolha de uma Política Pública direcionada ao contexto social do grupo.

A intenção é formar crianças e adolescentes capazes de serem, no futuro, líderes comunitários informados o suficiente para lutar pelos direitos do grupo sabendo para quem reclamar, quais as obrigações do governo em responder e quais os trâmites para que as Políticas Sociais reivindicadas sejam incorporadas às existentes, tornando obrigatoriedade do governo cumpri-las e também cuidar para que sejam cumpridas por todos.

Exemplos de Políticas Públicas, relacionadas à saúde, educação, habitação, lazer, saneamento básico, segurança, reforma agrária e muitos outros temas pertinentes ao contexto dos alunos, serão constantemente abordados de maneira a aproximá-los e conscientizá-los do poder que a comunidade, unida e organizada, tem de transformar-se e desenvolver-se.

2. Organização do tema

Primeiramente é necessário fazer uma pequena introdução sobre o que se pretende com o projeto: nossa principal busca é pela conscientização de crianças e adolescentes acerca de seus direitos sociais, fornecendo instrumentos que possibilitem a formação de opinião e a busca pela efetiva execução desses direitos, que podemos definir como básicos.

Na primeira fase do projeto foi feito o levantamento de informações pertinentes ao assunto, seleção de bibliografias, leitura e resumo das mesmas, bem como a feitura de relatórios que permitam a sistematização do conhecimento adquirido.

Usaremos o termo "políticas públicas" como conceito base e oficinas que contem com interações audiovisuais, como instrumentos para a obtenção desse fim. Definimos as "Políticas Públicas" como conceito base, pois é também constituída de direitos básicos, tais como: saúde, educação, saneamento, trabalho, lazer, moradia, dentre outros os quais temos como missão descobrir e classificar.

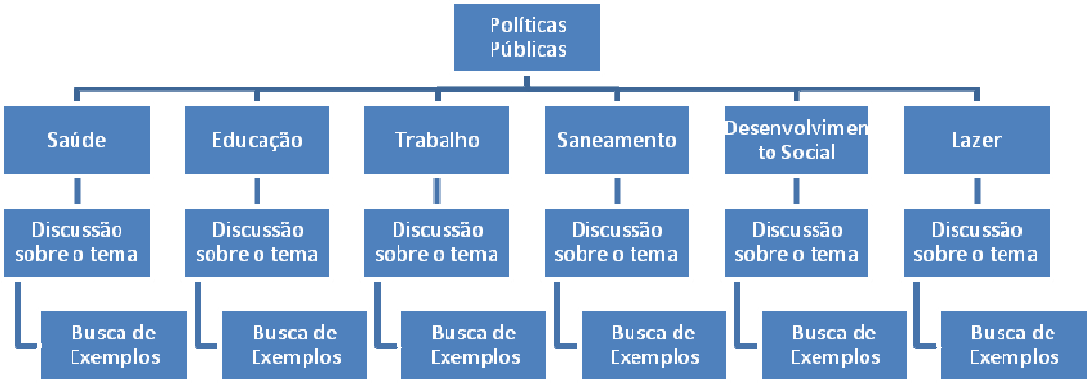
A oficina pretende ser um "dicionário" de esclarecimento de termos, primeiramente, para que então as crianças e adolescentes participantes do projeto possam construir concepções próprias sobre as diversas situações presentes em seus cotidianos.

A oficina, que será, na realidade, dividida em aulas, terá como objetivo primeiro a definição dos seguintes conceitos: ESTADO, PODER, DEMOCRACIA, SOCIEDADE, POLÍTICA e ESPAÇO PÚBLICO. Essas definições serão baseadas nas obras de diferentes autores e terão como objetivo a introdução dos alunos a esse "universo".

Feito isso, desenvolveremos algumas atividades que servirão como forma de avaliar o aproveitamento dos alunos e fazer possíveis adaptações que julgarmos necessárias.

Em uma segunda fase, pautaremos nossas atividades à apresentação dos possíveis caminhos que as políticas públicas podem tomar, apresentando inclusive, uma breve contextualização histórica da evolução do tema nos últimos anos.

Essas atividades estarão divididas, basicamente, da maneira representada abaixo (lembrando que poderemos acrescentar ou reduzir temas, a depender da pesquisa mais aprofundada que está sendo executada):



Questionamentos:

- Quais questões se enquadram na problematização de políticas públicas?
- Quais os caminhos para a definição das diretrizes de políticas públicas nacionais? Quais órgãos regulam essa escolha?
- Há algum levantamento sobre os últimos acontecimentos na área? Por exemplo, a evolução das políticas públicas no Brasil?

3. O ciclo das políticas públicas

Os decisores de políticas (policy-makers) enfrentam um grande desafio para determinar as políticas públicas que serão executadas, pois faltam informações precisas (estudo das situações reais) e porque a

fronteira entre o público e privado quase não existe quando é preciso que o poder público atue de forma a beneficiar o poder privado. Com isso, o ciclo das políticas públicas envolve as seguintes etapas:

Preparação da Decisão Política

É decidida a questão a ser resolvida, para que então se possa buscar uma solução para uma situação que produz privação, necessidade ou não satisfação.

Perguntas pertinentes: O problema existe? O Governo deve se envolver nesse problema? De que maneira? Há mobilização suficiente (em termos de capital social, econômico e político) para incluir o problema na agenda do Governo?

Agenda Setting

O segundo estágio do processo de formação das políticas públicas diz respeito à formação da agenda, sendo que, nesse momento, o problema sobre o qual o Governo realmente decide agir, passa a ser uma questão política, sobre a qual deverão ser tomadas decisões que resultem em programas que deverão ser implementados.

Perguntas pertinentes: Porque alguns problemas ganham espaço na agenda política do Governo e outros não?

Formulação

No estágio seguinte, o da formulação de políticas públicas, a discussão passa a girar em torno do desenvolvimento de cursos de ações aceitáveis e pertinentes para lidar com um determinado problema público.

A construção da solução para um determinado problema implica, em primeiro lugar, a realização de um diagnóstico para uma posterior identificação de desenvolvimento de alternativas.

Nessa fase desenvolve-se apoio político à política em pauta de maneira que ela seja autorizada e legítima.

Implementação

O próximo estágio diz respeito à implementação da política pública, que significa, em termos gerais, a aplicação da política pela máquina burocrática de Governo.

Perguntas pertinentes: Existem tempo e recursos (materiais e humanos) suficientes para colocar essas ações em prática? A relação causa-efeito/ meios-fins é adequada? Os objetivos da política/ programa estão claros? Há comunicação e coordenação perfeitas?

Monitoramento

Como as agências administrativas afetam e conferem conteúdo às políticas adotadas, há necessidade de se realizar uma avaliação pontual (monitoramento) das ações de Governo referentes ao impacto da implementação

Avaliação

Analisa os resultados da política/programa, concentrando-se nos efeitos gerados, além de oferecer subsídios que possibilitem perceber em que medida as metas foram, de fato, atingidas (ou não) e de orientar a tomada de decisões sobre o futuro dessas ações.

4. Conteúdo do curso

As dinâmicas das aulas são semelhantes, devendo seguir um roteiro indispensável, mas também tendo flexibilidade de interação com as crianças e adolescentes, sendo o debate extremamente incentivado e fonte das conclusões que o projeto visa produzir.

Com base no tema de cada aula, os alunos são indagados a respeito de seus conhecimentos acerca de determinado assunto, deixando claro que não será necessária uma resposta correta e técnica, é somente um momento de interação para que possamos apreender as concepções dos alunos acerca do assunto.

Posteriormente, há a apresentação do conceito técnico, formulado com base em vários autores especialistas e renomados para que os estudantes possam também adquirir informações teóricas sobre os temas.

Conseguintemente, há a exposição de filmes cuidadosamente selecionados, relacionados ao tema em questão, com cenas que incitem a discussão e/ou complementem o conceito teórico anteriormente exposto. Esse é o momento em que fazemos uso do audiovisual como instrumento de facilitação da comunicação, dinamização das aulas e ilustração do que está sendo falado, sendo possível que o aluno fixe melhor os conceitos ao relacioná-los a situações “palpáveis”.

Por fim, com base nos filmes e em questões da atualidade e notícias, é incitado o debate entre os alunos, de modo que eles possam praticar o enriquecimento de oratória e argumentação bem como desenvolver senso crítico ao ter como tarefa a análise de situações conflituosas ilustradas e vividas na realidade.

1ª AULA: O QUE É POLÍTICA?

- Perguntar o que eles acham que é.

- Apresentar o conceito.

- Exibir dois trechos de filmes que mostrem: uma situação clara da política convencional (discurso político, por exemplo) e uma cena de debate entre um grupo de jovens sobre quaisquer assuntos, mesmo que muito banais, para então questioná-los sobre qual dos dois trechos demonstra uma cena em que há política, visando que se convençam de que são os dois.

- Buscar um tema atual de grande repercussão e incitar o debate, destacando os diferentes pontos de vista, para que eles possam compreender como se conciliar diferentes opniões.

De acordo com a definição de autores clássicos, a política é constituída por tudo e qualquer coisa relacionada à cidade, ou seja, situações/ações que envolvam o que é urbano, público, civil e social.

Atualmente, a definição de política está muito mais relacionada ao estudo do que ocorre no Estado, recebendo o nome de “Ciência Política”. Quando consideramos o conceito relacionado à esfera das políticas públicas, é possível entender que se trata de um conjunto de procedimentos que expressam relações de poder e que se orienta á resolução de conflitos no que s refere aos bens públicos, ou seja, a política tem como missão a solução de conflitos de maneira pacífica de modo que o Estado possa contribuir com os cidadãos.

POLÍTICA PÚBLICA é o processo pelo qual os diversos grupos que compõem a sociedade tomam decisões coletivas, que condicionam o conjunto dessa sociedade, se convertendo em uma política comum.

Quando se faz necessária a tomada de decisão para uma política comum é preciso levar em consideração que os seres humanos são diferenciados socialmente, mas também possuem identidade e visões de mundo diferentes sobre vários assuntos, é também preciso lembrar que possuem diferentes

expectativas com relação à vida em sociedade, pois possuem valores, interesses e objetivos diferentes, muitas vezes, inclusive, contrários.

2ª AULA: O QUE É PODER?

- Perguntar o que eles acham que é.

- Apresentar o conceito.

- Falar sobre legitimação de poder através do consenso x força.

- Perguntar o que eles acham que é LIDERANÇA.

- Falar sobre: líder democrático x líder autoritário.

- Pedir exemplos de um e de outro.

- Mostrar trechos de filme com cenas que demonstrem os dois tipos de liderança.

- Incitar debate usando a figura de um líder polêmico (Clássicos exemplos: Hitler, Bin Laden, Lula, Hugo Chávez – Buscando saber qual eles conhecem mais antes de sugerir a discussão).

Definindo academicamente, poder é, segundo Robert Dahl, "a capacidade de influenciar alguém a fazer algo que, de outra forma, ele/ela não faria". Atentando ao fato de que existem várias formas de poder que homem exerce sobre o próprio homem, o poder político é apenas uma delas.

Quando consideramos poder, devemos considerar, em contrapartida, a obediência, que acontece por dois possíveis fatores: reconhecimento de autoridade legítima ou medo de quem exerce o poder.

3ª AULA: O QUE É ESTADO?

- Perguntar o que eles acham que é.

- Apresentar o conceito.

- Diferenciar Estado como centro de poder e Estado como parcela da república federativa.

- Questionar a importância do Estado.

- Pedir exemplos de Estados fortes.

- Questionar o que um Estado precisa ter pra ser REALMENTE considerado forte.

- Falar sobre as instituições que compõem o Estado Brasileiro (Ministérios, Congresso, Senado, Tribunais Federais, etc.) e o papel de cada um, questionando-os sempre acerca do que eles já sabem (Ex: se sabem citar algum ministério, etc.)

- Mostrar rapidamente um trecho de uma sessão do congresso ou senado e algumas imagens das instituições.

Estado é "Um conjunto de instituições públicas que envolvem múltiplas relações com o complexo social num território delimitado".

As políticas públicas são mais um instrumento de poder desse Estado, pois normalmente a população em geral não considera os benefícios que essas políticas geram ao coletivo, caso não sejam beneficiários diretos. Desse modo, o Estado tem como função tornar as políticas públicas mandatórias e impositivas, detendo poder e autoridade para fazer valer, para toda a população que vive num determinado território, as políticas que se processam de diversos interesses, necessidades e demandas da sociedade.

Ressaltamos também que o Estado não é uma entidade monolítica, pois se constitui de diversas instituições de governo que intermedeiam os interesses dos diferentes grupos sociais. Convém então,

diferenciar Estado e Governo.

4ª AULA: O QUE É O GOVERNO?

- Perguntar o que eles acham que é.

- Apresentar o conceito.

- Questionar a diferença de Estado.

- Pedir exemplos de governantes.

- Falar sobre os indivíduos que compõem o governo, buscando saber nomes e cargos.

- Mostrar trechos da posse presidencial e questioná-los sobre o que acham do evento, da presidente eleita, sobre quem são as pessoas que a acompanharam, suas funções, etc.

Governo é o conjunto de indivíduos que orientam os rumos da sociedade, pois ocupam posições da cúpula do Estado, e é quem, de fato exerce o poder político (seja através de eleição ou pelo uso da força). São os indivíduos que fazem parte do Governo que atuam diretamente do processo decisório das políticas públicas, participando ativamente do planejamento das políticas que se pretende implementar.

O Governo tem poder político para tomar decisões de acordo com as preferências e interesses dos diversos atores (individuais, coletivos, públicos ou privados). Num Governo democrático, tais preferências e interesses são permanentemente negociados.

5ª AULA: O QUE SÃO AS POLÍTICAS PÚBLICAS?

- Perguntar o que eles acham que é.

- Apresentar o conceito, quem as legalizam, quem as sugerem, seus tipos, importância, etc.

- Questioná-los sobre o grau de importância de cada uma delas para eles.

- Pedir ou Sortear uma criança/adolescente para defender uma determinada política pública.

- Fazer uma eleição para que eles determinem qual é a política pública mais importante para a comunidade deles.

- Mostrar imagens/trechos de filmes que representem a falta ou presença de alguma política pública para que eles as identifiquem.

6ª AULA: ANÁLISE DA POLÍTICA ESCOLHIDA.

- Dependendo do assunto que os alunos escolherem entre os que serão explicados na aula anterior, que incluem: Saúde, Educação, Habitação e desenvolvimento humano, Assistência Social, Previdência Social, Política Agrícola, Reforma Agrária e o Desafio da geração de emprego.

- Nas diferentes situações/contextos, poderemos analisar qual a política pública pelas quais eles mais se interessam, o que tende a refletir a necessidade de cada grupo.

- Possíveis contextos: Fundação Casa, Escolas do Bairro próximo, Escola Rural, etc.

5. Conclusões

Durante o desenvolvimento do projeto, a preocupação principal foi a busca de informações teóricas que pudessem embasar os conceitos a serem expostos ao longo do projeto. Essa busca foi feita em bibliografia especializada, indicada por especialistas e também em obras encontradas através de pesquisa em bibliotecas e sites de revistas renomadas.

A pesquisa teve como foco encontrar ligações entre as Políticas Públicas e a Inclusão Social e fazer dessa ligação o ponto chave do projeto, analisar os contextos em que as Políticas Públicas estão inseridas e as variações sofridas a depender do mesmo e por fim, fazer um imprescindível mapeamento das Políticas Públicas que deveriam fazer parte do projeto, devendo apresentar características próximos da realidade em que os alunos – crianças e adolescentes envolvidas no projeto – estão inseridos. Esse mapeamento foi um passo é essencial, pois é a identificação do aluno com o tema proposto que faz com que ele se sinta estimulado em aprender.

Com o apoio do mapeamento foi criado o programa de inclusão em políticas públicas através de mídias. Esse programa, representado por uma oficina inicialmente fixada em seis aulas, foi cuidadosamente desenvolvido, sendo decidida a abordagem dos temas: Política, Poder, Estado, Governo, Políticas Públicas e a Política Pública aplicada ao contexto social dos alunos envolvidos na oficina.

A última fase do projeto é reservada à captação de material (filmes escolhidos, instrumentos audiovisuais), seleção do público alvo, que se pretende ser em escolas, comunidades de baixa renda, institutos de reclusão e resocialização de menores infratores – tais como a Fundação Casa – e grupo de crianças e adolescentes interessados em aprender sobre assuntos que vão além dos ensinados na escola mas que possam servir de igual valor no momento da construção da identidade política enquanto cidadão.

Agradecimentos

O trabalho apresentado neste artigo tem apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através do PIBIC.

Bibliografia

ALVES, Maria Adélia. “Filmes da Escola: uma abordagem sobre o uso de audiovisuais nas aulas de sociologia do ensino médio”. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, 2001.

PEREIRA, Orlando Petiz. “Políticas Públicas e Coesão Social”. Estudios Economicos de Desarrollo Internacional. AEEADE, v. 5, n. 2, p. 123-142, 2005.

BARROS, Antonio Teixeira de; BERNARDES, Cristiane Brum. “A pluralização das fontes de informação política no Brasil: as mídias legislativas”. Rumores, v.2 n.4, 2009.

DAHL, Robert A. “The Concept of Power”. Em: Behavioral Science, 2, p.201-215, 1957.

O’DONNEL, Guilhermo. Reflexões Sobre os Estados Burocráticos-Autoritários. São Paulo: Vértice, 1986.

CONTEÚDOS PARA UM PROGRAMA DE INCLUSÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS UTILIZANDO AUDIOVISUAIS

Sílvia Forato de Camargo; Fábio Nauras Akhras
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer - CTI
Rod. D. Pedro I, km 143,6
13069-901 Campinas SP
silvinha_forato02@hotmail.com; fabio.akhras@cti.gov.br

Resumo

O projeto de iniciação científica que será apresentado nesse artigo é parte do projeto "ALUIS" e tem como objetivo básico a inclusão social de jovens pertencentes a comunidades de regiões carentes. Será efetuado por meio de aulas e terá, como principal ferramenta, a utilização de audiovisuais que possam gerar discussões entre os participantes da oficina. Ao longo dos meses de Abril, Maio e Junho; foi realizada a etapa do projeto que diz respeito à pesquisa teórica. Houve a busca por um embasamento teórico para as aulas e a definição dos audiovisuais que seriam adequados aos temas abordados.

Palavras chave: Inclusão Social, Políticas Públicas, Audiovisuais.

1. Introdução

A inclusão social será o resultado final de todo o processo desse projeto que será dividido em seis aulas, cujas cinco primeiras seguirão um mesmo padrão, porém a sexta e última aula apresentará uma proposta diferente das demais.

A oficina contará com a apresentação de cinco conceitos que serão apresentados nas cinco primeiras aulas, conceitos esses de relevância social. A ordem de cada aula será a seguinte:

Em primeiro lugar, os jovens incluídos no projeto serão questionados sobre o que pensam sobre determinado conceito, para que se possa conhecer melhor suas opiniões e posicionamentos sobre o tema.

Após essa pequena discussão que demonstrará as idéias trazidas pelos participantes, haverá a apresentação da teoria do conceito proposto, para que se esclareça qualquer dúvida que possa surgir a partir dessa primeira exposição de opinião.

O próximo passo da aula será a apresentação de audiovisuais relacionados aos temas abordados em cada aula, seguido de uma discussão dirigida concluindo o módulo.

Durante a sexta aula, que foge ao padrão das outras cinco, o grupo analisará o contexto social de sua comunidade, concluindo se ela precisa ou não de uma política pública, se sim, qual deve se aplicar e como.

A partir das reflexões e dos conhecimentos adquiridos ao longo do projeto; os adolescentes envolvidos irão desenvolver ou aperfeiçoar seu olhar crítico em relação à sociedade e suas contradições, podendo assim compreendê-la e, a partir disso, transformá-la, além de conseguirem definir qual seria o tipo de líder adequado para defender os seus interesses e os da sua comunidade.

2. Projeto de curso

Demonstração de aula por aula, apresentando uma síntese do conteúdo dos temas e supostas análises que surgirão com os audiovisuais em questão.

Política

A primeira aula do curso contará com o tema Política, que é definido basicamente como a forma de solucionar conflitos de interesse geral, ou seja, é a maneira utilizada para que os problemas públicos sejam resolvidos.

Para melhor organização das atitudes tomadas para solucionar os problemas, surgiu o poder político; única forma de poder que se mantém legítima mesmo quando, em última instância, é coerciva. O poder político pode ser representado, por exemplo, pelos três poderes: legislativo, executivo e judiciário. A democracia atual define que alguns integrantes dos poderes políticos, mais precisamente do legislativo e executivo, são escolhidos pelo povo por meio de votação, porém não é só a isso que se restringe a ação política da população.

Outra forma de atuação política que deve ser levada em consideração são os movimentos sociais, que se manifestam contra atitudes da sociedade e reivindicam soluções para os problemas de determinada classe ou grupo social.

Para fomentar discussões diante do tema política serão usados vários “trechos de propaganda eleitoral” [1] demonstrando a forma de participação política por meio do voto, podendo apontar durante a conversa vários questionamentos, como por exemplo, se a população está realmente preparada para votar.

Outro audiovisual apresentado será o vídeo “Eu fico loko! Política”[2] no qual um garoto afirma que os jovens de hoje não tem interesse na política partidária, a partir dessa colocação, se questionaria se ela é verdadeira e, se sim, o porquê de haver esse desinteresse.

Por fim, serão apresentados “vídeos acerca dos movimentos sociais”[3] como o Movimento dos Trabalhadores Sem Terra e o Movimento Estudantil, evidenciando outra forma de manifestação política, abrindo para a discussão questões como a legitimidade e a importância desses movimentos.

Poder

A conceituação de poder parte do princípio básico de que poder é a capacidade que o agente “A” tem de provocar efeito no agente “B”, ou seja, um indivíduo que consegue influenciar outro. Vários meios podem ser usados para a conquista do poder, os exemplos vão do carisma à coerção, entendemos coerção como a forma de poder alcançada por meio do uso da força. O líder que se utiliza desse meio conquista uma forma de poder ilegítimo.

O poder político é a única forma de poder que pode usar da coerção, em última instância, sem ser ilegítimo, já que precisa, em primeiro lugar, manter a ordem da nação.

Ao abordar o tema “Poder”, o filme “A onda”[4] será exibido com o fim de desencadear um debate sobre o poder totalitário e de que forma pode se conquistar esse poder; já que o filme retrata um professor de história que, ao começar uma aula sobre regime totalitário, questiona os alunos se seria possível a Alemanha passar por outro regime totalitário e eles respondem que seria impossível; para provar o contrário ele propõe aos alunos conhecerem na prática a formação de um partido totalitário; mas, o que começou com uma “brincadeira pedagógica” na sala de aula, toma proporções gigantescas e perigosas. A reflexão sobre o filme se pautará sobre algumas formas de se efetivar o poder e sobre os meios usados para isso.

A aula também contará com a exibição de trechos do filme de Charles Chaplin, “O grande ditador”[5] que demonstra de maneira cômica o terceiro Reich,assim, aperfeiçoando a discussão sobre o poder totalitário.

Estado

A compreensão de Estado se da como o conjunto de grupos públicos, em um território delimitado e que está envolvido com várias relações com o complexo social. O Estado é reconhecido pelo povo como força legítima. São considerados como esses grupos públicos: os governantes e a polícia, por exemplo, pessoas empregadas com o objetivo de manter o bem estar da população.

O filme brasileiro "Tropa de Elite 2, o inimigo agora é outro"[6] será apresentado no tema: Estado, já que demonstra vários dos seus seguimentos, assim como, governo e a polícia; fazendo surgir o debate sobre a eficácia dessas estruturas, além de muitos outros questionamentos; pois o filme critica o sistema vigente e até as origens da violência.

"Cenas do congresso brasileiro"[7] também serão demonstradas para melhor compreensão dos seguimentos estatais.

Governo

O termo governo pode ser entendido como a instituição que representa o poder político, na democracia atual é parte do Estado, representando o grupo máximo dentro desse Estado, também em nossa democracia, as pessoas que compõem o governo podem ser trocadas durante as eleições. Em suma, são indivíduos que orientam o rumo da sociedade.

Com esse tema o audiovisual selecionado fora um episódio da série "Snoopy" mais precisamente; "Snoopy, você não foi eleito Charlie Brown"[8] o desenho apresenta uma eleição para presidente do grêmio estudantil seguindo os mesmos moldes de uma eleição de verdade. Evidenciando, por conseguinte, os problemas durante a campanha eleitoral, além de demonstrar a característica fundamental que diferencia Estado de Governo; o governo é sempre alterado durante as eleições, mas a estrutura estatal se mantém, sendo o governo parte dessa estrutura.

Políticas públicas

O último tema, políticas públicas, é conceituado como o "princípio norteador de ação do poder público" (TEIXEIRA, 2002). São medidas tomadas pelo poder público para melhorar a vida social da população tendo como intenção ampliar ou promover os direitos dos cidadãos.

Em suma, as políticas públicas surgem para atender alguma necessidade dos indivíduos, necessidades essas consideradas de interesse público e não particular, como por exemplo, políticas públicas referentes à saúde, à alternativa de geração de renda, entre outras.

O quinto e último audiovisual a ser apresentado será o documentário "Sicko" [9] do polêmico cineasta Michael Moore, que retrata a precariedade do sistema de saúde norte americano, que não é público, fazendo com que muitas pessoas precisem de seguros de saúde.

3. Discussão final

Ao longo dos meses de pesquisa, cujas atividades realizadas foram a pesquisa teórica e a pesquisa de audiovisuais relacionados aos temas, houve maior dificuldade na busca por esses filmes, pois foram raras as vezes que se encontraram vídeos diretamente relacionados aos temas em questão, mesmo havendo uma grande quantidade de vídeos produzidos a maioria não estão relacionados a temas políticos. Todos eles precisam estar acompanhados de um embasamento teórico para que haja uma discussão relacionada ao

tema proposto inicialmente, porém alguns necessitam de muito mais explicações do que outros, como é o caso do filme "tropa de elite dois, o inimigo agora é outro" [6], que se observado sem uma intensa reflexão não se conclui a apresentação da estrutura estatal e como ela se organiza na democracia capitalista. Conclui-se então que não só o cinema, mas a maioria das artes, para serem melhor aproveitadas em uma discussão precisam acompanhar algum embasamento teórico que intensifique o debate.

Agradecimentos

O trabalho apresentado neste artigo tem apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através do PIBIC.

Bibliografia

BOBBIO, Noberto. "O conceito de sociedade civil",1982.
THE NEW YORK TIMES. "Anatomy of a scene".
JUVENTUDE REVOLUÇAO. "Grêmio estudantil".
PALHETA DA SILVA, João Márcio. "Poder, governo e território na sociedade contemporânea".
DE MATTOS HÖFLING, Eloisa. " Estado e políticas (públicas) sociais". Cadernos Cedes, **ano** XXI, nº 55, novembro de 2001.
SISCÚ, João. DE PAULA, Luiz Fernando. MICHEL, Renaut. "Por que Novo-desenvolvimentismo?"
MENEGUELLO, Rachel. "Dicionário de Políticas Públicas". Fundap, SP, 2011. Verbete: Partidos políticos.
ALVES, Maria Adélia. "Filmes na escola:Uma abordagem sobre o uso de audiovisuais (vídeo, cinema e programas de TV) nas aulas de Sociologia do Ensino Médio". Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 2001.
TEIXEIRA, Elenaldo Celso. "O Papel das Políticas Públicas no Desenvolvimento Local e naTransformação da Realidade", 2002.
PEREIRA, Orlando Petiz. "Políticas públicas e coesão social", 2005.
FREY, Klaus. "Políticas públicas: um debate conceitual e reflexões referentes à prática da análise de políticas públicas no Brasil", 2002.
POGGI, Gianfranco. "A evolução do estado moderno" (capítulo V), 1981
BOBBIO, Norberto. "Estado, Governo e sociedade. Para uma teoria geral da política", 1987.
BOBBIO, Norberto. MATTEUCCI, Nicola. PASQUINO, Gianfranco. "Dicionário de política" (Poder- p. 933-945)

Filmografia

[1] Plínio do PSOL na TV - 7 DE SETEMBRO GRITO DE INDEPENDÊNCIA. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=EDf8e0lvVqk&feature=related>Melhor Propaganda Política. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=rYviH9wrM9Y&feature=related>
[2] Eu Fico LOKO! Política. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=ksh8ntvNYo8&feature=related>
[3] Movimento estudantil. Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=yYhQSjxkIeo&feature=related
- Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra do Brasil. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=ujmj93LQncE>
- Paulo Freire: MST e a Busca da Autonomia. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=7rx2mw9iF5s&feature=related>

[4] Título original: The Wave; Duração: 106 minutos (1 hora e 46 minutos);Gênero: Drama;Direção: Dennis Gansel;Ano: 2008
[5] Título original: The great Dictator; Duração: 83 minutos; Gênero: Comédia; Direção: Charles Chaplin; Ano: 1940

[6] Título original: Tropa de elite 2: o inimigo agora é Outro; Duração: 85 minutos; Gênero: Ação; Direção: José Padilha; Ano: 2010
[7] Pressão sobre Sarney volta a aparecer. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=E3TCP9Ykatw&feature=related>Suplicy mostra cartão vermelho e pede que Sarney saia da presidência do Senado. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=TPj7dZx4U9I&NR=1>
[8] Título original: Snoopy: Youre Not Elected, Charlie Brown; Duração: 46 minutos; Gênero: Animação; Direção: Bill Melendez; Ano: 1972
[9] Título original: Sicko; Duração: 113 minutos; Gênero: Documentário; Direção: Michael Moore; Ano: 2007